

**UNIVERSITÀ DI BOLOGNA**  
**FACOLTÀ DI AGRARIA**

---

**Corso di Dottorato in Ingegneria Agraria**

*Settore scientifico disciplinare di afferenza:*  
*Meccanica Agraria AGR/09*

**VENDEMMIA MECCANICA: ASPETTATIVE,  
PROBLEMATICHE E RISPOSTE SPERIMENTALI**

*Presentata da:*

**GABRIELE BALDUCCI**

*Relatore:*

**Prof. FABIO PEZZI**

*Coordinatore del dottorato:*

**Prof. ADRIANO GUARNIERI**

---

**XXIV Ciclo**  
**Esame Finale Anno 2012**



# INDICE

<b>1. PREMESSA</b>	<b>p.</b>	<b>3</b>
1.1 Principi evolutivi della meccanizzazione in viticoltura	p.	3
1.2 Organizzazione della ricerca	p.	5
<b>SEZIONE I - Evoluzione e contesto agronomico della vendemmia meccanica</b>	<b>p.</b>	<b>6</b>
<b>2. LA DIFFUSIONE DELLA VENDEMMIA MECCANICA</b>	<b>p.</b>	<b>7</b>
2.1 Nascita ed evoluzione della vendemmia meccanica	p.	7
2.2 Attuale situazione italiana ed europea della vendemmia meccanica	p.	18
2.3 Un approccio differente della vendemmia meccanica. L'esperienza in Nuova Zelanda	p.	22
<b>3. FORME D'ALLEVAMENTO IDEONEE ALLA VENDEMMIA MECCANICA</b>	<b>p.</b>	<b>32</b>
3.1 Il Cordone speronato e il Cordone speronato mobilizzato (CSM)	p.	33
3.2 La Doppia Cortina: GDC (Geneva Double Curtain) e Duplex	p.	35
3.3 Il Cordone libero (CL) e il Cordone libero mobilizzato (CLM)	p.	37
3.4 Il sistema Combi	p.	39
3.5 Il sistema a Siepe con potatura semiminima (SPS)	p.	41
3.6 Guyot	p.	42
3.7 Sylvoz	p.	44
3.8 Casarsa	p.	45
3.9 Archetto e Doppio capovolto	p.	46
3.10 Tendone	p.	47
3.11 Alberello	p.	48
<b>SEZIONE II - Attuale situazione di mercato e diffusione delle vendemmiatrici</b>	<b>p.</b>	<b>50</b>
<b>4. TIPOLOGIA DI VENDEMMIATRICI</b>	<b>p.</b>	<b>51</b>
4.1 Principi di raccolta	p.	51
4.1.1 Vendemmiatrici a scuotimento orizzontale	p.	52
4.1.2 Vendemmiatrici a scuotimento verticale	p.	60
4.1.3 Vendemmiatrici per vigneti a pergola e tendone	p.	65
4.2 La regolazione della vendemmiatrice	p.	67
4.3 I modelli di vendemmiatrici in commercio in Italia	p.	72
<b>SEZIONE III - Problematiche attuali e prospettive future</b>	<b>p.</b>	<b>119</b>
<b>5. ASPETTI E PROBLEMATICHE DELLA VENDEMMIA MECCANICA</b>	<b>p.</b>	<b>120</b>
5.1 Aspetti viticoli e agronomici	p.	120
5.2 Aspetti operativi	p.	122
5.3 Interazione macchina pianta	p.	123
5.4 Aspetti enologici	p.	127
5.5 Gestione delle uve vendemmate	p.	130
5.6 Aspetti economici	p.	135

<b>6. PROSPETTIVE ED ESIGENZE FUTURE DELLA VENDEMMIA MECCANICA</b>	<b>p.</b>	<b>140</b>
<b>SEZIONE IV - Sperimentazione svolta nel triennio di dottorato</b>	<b>p.</b>	<b>144</b>
<b>7. PARTE SPERIMENTALE</b>	<b>p.</b>	<b>145</b>
7.1 Metodi di valutazione delle prove	p.	145
7.2 Valutazioni funzionali e operative delle vendemmia meccanica a scuotimento orizzontale	p.	151
7.2.1 <i>I prova - Valutazione delle sollecitazioni trasmesse alle piante da una vendemmiatrice a scuotimento orizzontale</i>	p.	152
7.2.2 <i>II prova - Sollecitazioni trasmesse dagli organi di intercettazione e trasporto delle vendemmiatrici</i>	p.	161
7.3 Valutazioni funzionali e operative delle vendemmia meccanica a scuotimento verticale	p.	168
7.3.1 <i>I prova - Valutazione delle sollecitazioni trasmesse alle piante da una vendemmiatrice a scuotimento verticale</i>	p.	169
7.3.2 <i>II prova - Sollecitazioni trasmesse dagli organi di intercettazione e trasporto di una vendemmiatrice a scuotimento verticale</i>	p.	175
7.4 Confronto tra i due sistemi di scuotimento	p.	177
7.5 Vendemmiatrice con battitore ad ampiezza variabile e con sistema di misura del grado di ammostamento	p.	178
7.5.1 Vendemmiatrice con battitore ad ampiezza variabile	p.	179
7.5.2 Sensore per la misura del grado di ammostamento	p.	179
7.5.3 Verifica funzionale della vendemmiatrice e del sensore	p.	183
7.5.4 Funzionalità della vendemmiatrice	p.	185
7.5.5 Funzionalità del sensore	p.	190
7.5.6 Valutazioni conclusive	p.	191
7.6. Sistema di trasporto innovativo finalizzato a conservare la qualità del prodotto	p.	192
7.6.1 Il carro modificato	p.	192
7.6.2 Verifica funzionale del carro modificato	p.	194
7.6.3 Valutazione economica	p.	200
7.6.4 Valutazioni conclusive	p.	201
<b>8. CONCLUSIONI</b>	<b>p.</b>	<b>204</b>
<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTATA</b>	<b>p.</b>	<b>207</b>



# **1. PREMESSA**

## **1.1 Principi evolutivi della meccanizzazione in viticoltura**

La meccanizzazione viticola rappresenta il processo di sostituzione del lavoro umano con l'impiego delle macchine. Fino alla metà del secolo scorso tutte le operazioni colturali del vigneto erano effettuate a mano con un dispendio di manodopera superiore a 1000 ore uomo per ettaro per anno. L'uomo per tali attività agricole era coadiuvato dai soli animali, utensili e rudimentali attrezzi che al più avevano azione agevolatrice.

I primi processi produttivi ad essere meccanizzati furono le lavorazioni del terreno (scasso, arature, vangature) e i trattamenti di difesa della vite, che permisero, già negli anni '70, di dimezzare la necessità di manodopera a circa 500 h/ha anno.

Con il progressivo miglioramento delle macchine per le lavorazioni del terreno e per i trattamenti di difesa e con la continua razionalizzazione dei sistemi di allevamento, l'impiego di manodopera si ridusse a 300-400 h/ha anno.

Quando la meccanizzazione fu estesa anche alla potatura e vendemmia, le ore totali di lavoro scesero a poco più di 50 h/ha anno in funzione della forma di allevamento adottata (*Intrieri et al, 1998*).

Gli obiettivi principali che hanno portato ad una meccanizzazione sempre più spinta sono da ricercare principalmente nella riduzione della fatica e del logoramento fisico dell'agricoltore, nella riduzione dei tempi e dei costi dell'intervento e nel raggiungimento di standard qualitativi sempre più elevati grazie ad una migliore efficienza e tempestività degli interventi.

Le principali operazioni meccaniche oggi eseguite in viticoltura sono:

- preparazione del terreno;
- fertilizzazione di fondo;
- lavorazione pre-impianto;
- messa a dimora dell'impianto.

Mentre le operazioni colturali annuali sono:

- fertilizzazione organica e minerale;
- distribuzione dei fitofarmaci;
- gestione dell'interfilare;

- gestione dell'inerbimento;
- gestione della chioma;
- potatura a secco;
- vendemmia.

Queste ultime due sono senza dubbio le operazioni colturali che assorbono più manodopera tra tutte le operazioni di gestione del vigneto (dall'80 al 90 % del fabbisogno annuale di lavoro), ed è proprio per questo che, nell'ultimo trentennio, si sono concentrate le attenzioni verso la loro integrale meccanizzazione.

## 1.2 Organizzazione della ricerca

Visto l'interesse economico ed agronomico legato all'impiego delle vendemmiatrici meccaniche nel nostro paese, con il seguente elaborato ho concentrato le mie attenzioni su tale meccanizzazione e approfondito l'argomento.

La vendemmia rappresenta la fase del ciclo produttivo che assorbe la maggiore quantità di manodopera.

Questa operazione colturale, al pari degli altri interventi di gestione del vigneto, è oggetto, ormai da cinquant'anni, di studi per una integrale meccanizzazione.

Solamente nell'ultimo decennio, in seguito al costante aumento dei costi di produzione, all'ammodernamento dei vigneti, alla competizione sempre più spinta sui mercati internazionali e alla scarsa disponibilità di manodopera, la vendemmia meccanica ha assunto un ruolo importante anche nella viticoltura italiana.

Obiettivo di questo lavoro è presentare il processo evolutivo delle vendemmiatrici e valutare lo stato attuale del settore, illustrando i possibili scenari di evoluzione del comparto con particolare attenzione ad alcuni progetti innovativi introdotti in questi anni di ricerca.

Per raggiungere i sopra indicati obiettivi, il lavoro è stato articolato in quattro sezioni:

- *evoluzione e contesto agronomico della vendemmia meccanica*, sviluppando temi inerenti all'evoluzione costruttiva delle vendemmiatrici meccaniche e le forme di allevamento idonee alla stessa;
- *attuale situazione di mercato e diffusione delle vendemmiatrici*, presentando i risultati di un'indagine svolta presso i costruttori che operano in Italia;
- *problematiche attuali e prospettive future*, analizzando gli aspetti critici della vendemmia meccanica e valutando i possibili sviluppi futuri, in parte già prospettati;
- *sperimentazione svolta nel triennio di dottorato*, presentando i risultati di ricerche poliennali svolte nell'ambito del presente dottorato, relative alle interazioni tra macchina e pianta, agli effetti sulla produzione e alla conservazione della qualità del vendemmiato.

## ***SEZIONE I***

### ***Evoluzione e contesto agronomico della vendemmia meccanica***

## **2. LA DIFFUSIONE DELLA VENDEMMIA MECCANICA**

### **2.1 Nascita ed evoluzione della vendemmia meccanica**

Le prime macchine specifiche per operare nel vigneto furono messe a punto negli anni Cinquanta in Francia con l'introduzione di "macchine agevolatrici", in grado di eseguire il convogliamento e lo stoccaggio dei grappoli raccolti a mano direttamente in campo.

Queste furono seguite da macchine dotate di nastri trasportatori, posizionati in modo tale che i grappoli tagliati vi cadessero direttamente sopra; per aumentare il confort degli operatori vennero introdotti posti a sedere accanto ai nastri stessi.

Successivamente, verso la metà degli anni Sessanta, apparvero delle macchine che facilitavano ulteriormente il taglio, mettendo a disposizione degli operatori forbici pneumatiche connesse con il motore del trasportatore.

Il primi veri tentativi di rendere completamente autonoma la vendemmia si ebbero negli Stati Uniti con i modelli a barre falcianti, portate orizzontalmente su sistemi di allevamento appositamente strutturati a "Pergola".

L'esperimento di integrare sistema di allevamento e macchina fallì per l'impossibilità di ottenere una posizione precisa e uniforme della fascia produttiva.

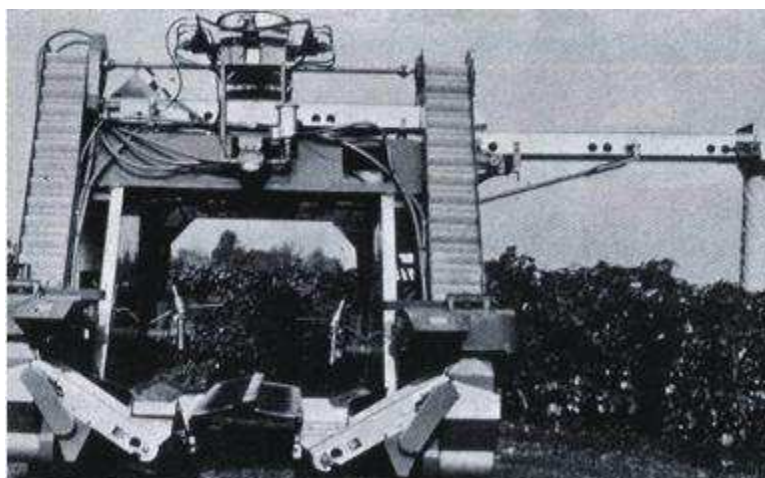
L'uso delle barre di taglio comportava infatti danni alle viti e lesioni ai grappoli posti in posizione non corretta.

Questo approccio "integrato" per la raccolta dell'uva si dimostrò veramente efficace solo verso la fine degli anni '60 presso la Cornell University dello stato di New York. Lo spirito con cui gli sperimentatori affrontarono il problema è stato, a mio avviso, molto lungimirante e purtroppo poco frequente in altri esempi di meccanizzazione agricola, dove quasi sempre il primo approccio si basa sul tentativo di replicare con la macchina il lavoro umano. In questo caso invece il problema fu affrontato studiando congiuntamente le necessità costruttive del mezzo che doveva realizzare la raccolta dell'uva e il miglior assetto delle piante per favorire l'intervento meccanico. Infatti il principio prevedeva la messa appunto di un metodo innovativo di allevamento della vite a pareti divise e la realizzazione di un prototipo di vendemmiatrice scavallatrice operante per "scuotimento verticale" sui cordoni permanenti costituenti il sistema di allevamento. Il sistema, denominato Geneva Double Curtain (GDC) nella versione con cordone permanente o Duplex nella

versione con tralcio a frutto rinnovato annualmente, venne realizzato utilizzando un palo centrale sormontato da due bracci trasversali mobili, capaci di oscillare verso l'alto sotto l'azione di specifici organi di lavoro a “stella pivotante” montati all'interno del tunnel della macchina, il cui movimento ritmico verticale trasmetteva “indirettamente” l'energia cinetica ai grappoli, determinando per inerzia il distacco degli acini (*Shaulis et al, 1960*).

Venne anche sperimentata una variante degli organi di scuotimento, realizzando vendemmiatrici scavallatrici semoventi, provviste al loro interno di aste retrattili, che con ritmi cadenzati e regolabili fuoriuscivano dal “carter” sollevando il cordone verso l'alto per poi rientrare rapidamente nelle loro sedi.

Nel 1967 in America la ditta Chisholm-Ryder & Co. inizia la costruzione di macchine per la raccolta dell'uva che utilizzavano il principio dello scuotimento (*figura 1*). Tale prototipo deriva dalle ricerche effettuate dalla Cornell University, finanziate in parte dagli stessi agricoltori, che si autotassarono in proporzione al proprio prodotto.



*Figura 1. Foto storica di una vendemmiatrice scavallante a scuotimento verticale prodotta dalla Chisholm-Ryder & Co.(1967).*

Interessante la macchina vendemmiatrice Moco-Scharf (1968) di produzione germanica, sperimentata anche in Francia, funzionante per aspirazione, per mezzo di cappe manipulate da operatori posti ad entrambi i lati del filare. Tuttavia per un buon funzionamento essa richiedeva una precedente defogliazione della vite, riducendo così i tempi di lavorazione. Inoltre la corrente d'aria utilizzata poneva non pochi

problemi alla qualità del prodotto che, se danneggiato, era esposto a una forte ossidazione.

In quegli anni la diffusione delle prime vendemmiatrici richiedeva in parallelo un completo rinnovamento degli impianti viticoli, che erano invece prevalentemente costituiti da forme a pareti non divise, cioè da sistemi a contropalliera di limitato spessore e sviluppati prevalentemente in altezza.

Per tale motivo, accanto alle vendemmiatrici a scuotimento verticale, l'industria statunitense iniziò la produzione di macchine basate sull'impiego di battitori agenti per scuotimento orizzontale, che, operando a cavallo della parete vegetativa dei vigneti, producevano il distacco degli acini attraverso una percussione diretta dei grappoli.

Questo metodo di raccolta è tuttora la forma più diffusa di vendemmia meccanica; il suo successo è infatti da attribuire al fatto che la maggioranza della viticoltura mondiale è da sempre impostata su sistemi di allevamento a parete, che fin dall'inizio hanno condotto a privilegiare il principio di adattamento rispetto a quello di integrazione.

Col passare degli anni furono messi a punto nuovi modelli con caratteristiche diverse rispetto ai primi mezzi scavallatori semoventi. Furono infatti prodotti mezzi più semplificati, di tipo trainato, destinati a lavorare su vigneti a produttività ridotta e di dimensioni medio piccole.

Queste macchine avevano ovviamente un prezzo più limitato e potevano consentire un rapido ammortamento.

A partire dagli anni Settanta, anche in Francia la vendemmia meccanica iniziò a diffondersi molto rapidamente; molte furono le ditte francesi, tra le quali si annoverano la Alma, Braud, Howard, Femenia e la Vectur, che iniziarono la sperimentazione sulle macchine vendemmiatrici.

In Italia per diverse ragioni l'impiego della macchina suscitò perplessità e remore a causa delle condizioni ortografiche e a quelle di impianto: la superficie vitata si trovava principalmente in terreni declivi dove l'impiego di macchine risultava precario o addirittura impossibile; le forme di allevamento inoltre non erano predisposte alla meccanizzazione e molto eterogenee, ma soprattutto c'erano un notevole frazionamento aziendale e una forte polverizzazione degli impianti (più dell'85 % delle aziende avevano una superficie vitata che non superava l'ettaro) (*Baldini et al, 1984*).

Nonostante ciò, già nel 1967, si incominciarono a studiare i primi prototipi di vendemmiatrici portate con barra falciante, appositamente modificati per la viticoltura nostrana, con accorgimenti che li rendevano in grado di operare nei terreni declivi.

Pochi anni dopo vengono sperimentate scuotitrici con battitori verticali, che raccolgono l'uva ponendo in vibrazione le viti con cui vengono a contatto.

Nel 1969 la ditta MTB di Faenza realizzò la prima macchina europea col sistema a scuotimento verticale. Questo prototipo venne realizzato, grazie ai finanziamenti privati delle aziende agricole Montanari e Bubani, dal Sig. Tanesini (*figura 2*). La macchina era molto simile al modello americano della Chisholm Rider del 1968.



*Figura 2. Vendemmiatrice a scuotimento verticale semovente realizzata in Italia dalla ditta MTB (1971).*

La vendemmiatrice integrale MTB venne presentata nel 1971 a Follonica nel corso della “Giornata dimostrativa per la meccanizzazione della vendemmia” e a Pesaro, dove vinse il “Concorso nazionale per prototipi di macchine vendemmiatrici integrali”. Questa macchina effettuava la raccolta meccanica integrale dell'uva per mezzo di scuotimento verticale, tanto che il prodotto veniva scaricato direttamente in rimorchi agricoli trainati da trattori. Aveva due teste di raccolta per vendemmiare contemporaneamente l'uva presente sulle due cortine di ogni filare. Le trattori con



rimorchio avanzavano parallelamente alla macchina vendemmiatrice percorrendo l'interfilare a lato.

Il sistema di allevamento della vite richiesto era il Geneve Double Curtain (GDC). La macchina semovente lavorava a cavallo del filare e veniva guidata da due operatori. Aveva la possibilità di variare verticalmente la posizione delle quattro ruote per mezzo di martinetti idraulici in modo da poter essere livellata anche in terreni in pendio e lavorare su filari alti fino a 2,2 m. Era in grado di lavorare ad una velocità di 1-2 km/h con una capacità di lavoro di 0,3-0,5 ha/h (*Camera di Commercio Industria, Artigianato e Agricoltura di Pesaro, 1971*).

Da questa epoca in avanti, in seguito ad un rapido decollo economico ed industriale, molte ditte concentrarono la loro attenzione sulla realizzazione di macchine vendemmiatrici.

A Torino si raccoglieva su pergole inclinate con barre di taglio, mentre a Bari si utilizzò una macchina munita di teste rotanti sulle quali erano montati flagelli, che con moto rotatorio andavano ad impattare la produzione pendente dal tendone e ne determinavano il distacco.

Pochi anni dopo viene messa a punto una vendemmiatrice appositamente studiata per la raccolta del Tendone. Lo studio, facente capo all'Università di Bari, sfrutta il principio di raccolta tutt'oggi utilizzato dello "scuotimento-pettinamento" del tetto orizzontale sul quale è distribuita la produzione.

Nel 1975 opera in Italia la prima macchina a scuotimento orizzontale (mod. Vectur France 74) in grado di operare su controspalliere di media altezza; venne acquistata dall'Ente tre Venezie e sperimentata da un gruppo di lavoro costituito, tra gli altri, dall'Istituto Sperimentale per la Viticoltura di Conegliano e dell'Università di Padova (*figura 3*). Questi primi modelli di scavallatrici semoventi erano caratterizzati dalle dimensioni notevoli e dal costo elevato, per cui rimarranno limitate a pochi esemplari dislocati presso grandi aziende (AA.VV., 2008).

Un anno dopo la Cattedra di Viticoltura dell'Università di Bologna realizza il primo prototipo di vendemmiatrice interfilare monofilare portata, dotata di un solo organo di raccolta, che consentiva di vendemmiare un lato alla volta i filari allevati a GDC. Sulla base di questo prototipo vennero commercializzate dalla Tanesini di Faenza vendemmiatrici interfilare semoventi a scuotimento verticale per la raccolta di una sola cortina per volta del GDC.

La ditta italiana Volentieri nel 1978, in contrapposizione alla tendenza di creare macchine semoventi, sviluppa l'idea di una vendemmiatrice trainata dal trattore. Nello stesso anno inizia in Francia la produzione di vendemmiatrici di “seconda generazione”, caratterizzate da ingombri ridotti e costi accessibili anche a medie aziende.



*Figura 3. Vendemmiatrice di prima generazione operante per scuotimento orizzontale modello Vectur France 74 in grado di operare su contropalliere.*

Nel 1979 la ditta francese Braud lancia una vendemmiatrice con livellamento trasversale per parallelogramma deformabile, con sistema di raccolta a panieri e testata pendolare indipendente dal trattore.

Un anno dopo la ditta Pasquali sviluppa una vendemmiatrice ad aspi oscillanti su ruota libera, il cui principio di funzionamento è stato ripreso anche nella raccolta delle Olive. I due aspi contrapposti sul filare erano dotati di bacchette ed oscillano con rotazioni di ampiezza diversa, così da avere anche una rotazione con velocità periferica prossima a quella di avanzamento: le bacchette inserite nella vegetazione provocavano con azione delicata il distacco degli acini.

Nel 1981 la ditta francese Alma progetta la sua prima macchina trainata munita di tramoggia di raccolta.

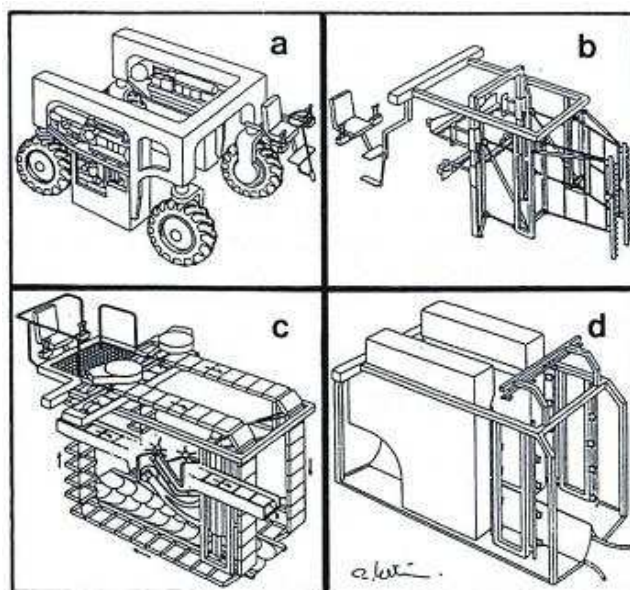
Nello stesso anno, la tendenza a risolvere il problema della raccolta dell'uva con vendemmiatrici semplici ed economiche, trova conferma nella rapida diffusione della vendemmiatrice trainata Stima-Italia Volentieri, derivata dalla francese Alma. Questa macchina trainata aveva il vantaggio di un costo contenuto e del controllo con trattori cingolati più adatti alle manovre in vigneti a rittochino rispetto alle prime vendemmiatrici semoventi. La qualità del prodotto raccolto era già apprezzabile e la velocità di avanzamento in lavoro di 2,5 km/h realizzava una capacità operativa di 0,15-0,25 ha/h.

Un anno dopo la Braud immette sul mercato una macchina con sistema di raccolta a panieri, per vigneti con interfilari molto stretti; poteva infatti scavalcare 2 filari e raccoglierne uno. Poco dopo la stessa ditta inaugura la prima macchina “polivalente”; possono infatti essere usate anche per trattamenti antiparassitari, cimatura e prepotatura.

Nel 1984 nasce la prima vendemmiatrice semovente in casa Alma.

Poco dopo la ditta Tanesini, in collaborazione con l'Università di Bologna, realizza il modello sperimentale di macchina polivalente “Trinova”, adatta ad effettuare la vendemmia, la potatura e i trattamenti fitosanitari secondo principi innovativi di recupero del prodotto (*figura 4*). Questo modello era in grado di lavorare sul Cordone libero mobilitato, nuova forma d'allevamento derivante dal GDC messa a punto dall'Università di Bologna. Le piante erano costituite da un cordone permanente speronato, disposto orizzontalmente a circa 1,6-1,7 m dal suolo, sostenuto da un unico filo portante spiralato in forte tensione. Il filo portante era reso mobile assicurandolo a “cappellotti”, che potevano sollevarsi verticalmente sotto l'azione delle sollecitazioni meccaniche. Per adeguare anche le viti alla mobilità della struttura i ceppi erano piegati ad arco per rispondere elasticamente alle sollecitazioni verticali impresse al filo portante dagli organi di lavoro delle vendemmiatrici. Questa macchina era munita di tre moduli, quello di vendemmia a scuotimento verticale, provvisto di due battitori a stella, il modulo di potatura con barre di taglio verticali e orizzontali mobili e il modulo fitosanitario in forma di tunnel, con serbatoi laterali e vasche di raccolta per il recupero del prodotto in eccesso. Sulla base di questo prototipo vennero realizzate la “Trinova II” che montava esclusivamente il modulo vendemmia e la “Trinova II-Pruner” che montava il modulo potatura, eliminando l'unità fitosanitaria e rinunciando al concetto di polivalenza. La scelta di due unità indipendenti fu motivata da alcune

difficoltà pratiche nelle operazioni di intercambiabilità dei moduli e dalla scarsa efficienza del sistema di irrorazione (*Intrieri et al, 2000*).



*Figura 4. Schema dei moduli della macchina polivalente “Trinova”:  
a) vettore, b) potatura, c) vendemmia, d) difesa fitosanitaria (fonte: Intrieri).*

Negli anni successivi la ditta Alma propone per la vendemmiatrice trainata un nuovo organo di scuotitura dotato di aste semplici in teflon più lunghe e ricurve all'estremità; due anni dopo esce la trainata Alma con 2 tramogge di raccolta, 2 convogliatori a tazze e motricità su 2 ruote che permette di lavorare anche in terreni in pendenza. Nello stesso anno venne commercializzato un nuovo modello semovente multifunzione.

Nel 1988 la Braud innova la vendemmiatrice con un nuovo sistema di scuotitura a dinamismo controllato, l'SDC; l'esclusivo sistema permette di raccogliere evitando danni al vigneto, salvaguardando così la qualità delle uve raccolte. Le estremità dei battitori sono fissati da entrambe le parti e sono mantenute ad una distanza costante dal centro della macchina; tutto ciò permette di ridurre il numero di impatti a cui è sottoposta la vite e quindi il rischio di danni durante la raccolta.

Nello stesso anno la ditta francese Gregoire lancia la testata di raccolta “Arc System” che dispone di allineamento automatico e sospensione pendolare. Gli archi sono in teflon e regolabili in lunghezza adattandosi ai diversi tipi di vegetazione. Essa permette la raccolta sino a 1,5 metri di altezza.

Pochi anni dopo viene presentata da Braud un modello di vendemmiatrice con telaio estensibile, adatta alla raccolta meccanica in vigneti con interfila stretto.

Nel 1991 alla vendemmiatrice Alma trainata vengono applicati convogliatori di tipo continuo a tazze, che consentono all'uva di restare più intatta limitando il problema dell'ammostamento; l'anno dopo viene presentata una gamma di vendemmiatrici Alma semoventi a quattro ruote motrici con 2 modelli disponibili: largo (2,55 m) e stretto (2 m), mentre nel 1993 arrivano le prime trainate con la trasmissione idraulica per azionamento di battitori, convogliatori a tazze e ventilatori.

Nel 1994 l'azienda italiana Carpenfer, ditta di carpenteria meccanica, produce un primo prototipo di vendemmiatrice a scuotimento verticale che verrà commercializzato qualche anno dopo.

Nel 1997 la ditta tedesca Ero introduce l'innovativo sistema "Load Sensing Bosch Rexroth", che consente un azionamento idraulico delle ruote della vendemmiatrice in base alla forza di trazione misurata al gancio di traino. Questo importante dispositivo, permette di ridurre la potenza della trattrice impiegata per il traino e aumenta la sicurezza nelle manovre su terreni declivi, ed è montato ancora oggi sulle vendemmiatrici Ero e rappresenta un carattere distintivo della ditta tedesca. Nello stesso anno la ditta Pellenc lancia il sistema di scuotimento controllato elettronicamente "Smart System" (figura 5), gestibile direttamente dalla tastiera del posto di guida. Esso consente di modificare in modo indipendente ed immediato i quattro parametri di scuotimento dei battitori: ampiezza, frequenza, apertura e accelerazione. Ciò permette di diminuire il grado di ammostamento dell'uva, le perdite di prodotto e i danni alla pianta.



*Figura 5. Vendemmiatrice di nuova generazione Pellenc con "Smart System".*

La ditta Alma rinnova le proprie macchine, con un modello dotato di vasche molto capienti (fino a 2,6 m<sup>3</sup>), guida automatica con auto-allineamento sul filare, 4 aspiratori di foglie, nuova testata di raccolta con ZRP (zona raccolto prolungato) e un nuovo sistema di scuotitura dalle regolazioni molteplici.

Nel 1998 la ditta italiana Paterlini costruisce la prima vendemmiatrice trasportata a scuotimento verticale.

Nel 1999 la ditta Tanesini Gaetano snc viene ceduta, nasce la Tanesini Technology srl con una gamma completa di cimatrici, potatrici, spollonatrici, defogliatrici e vendemmiatrici.

Due anni dopo la ditta Alma, prima immette sul mercato italiano il modello “Collina”, capace di operare in condizioni estreme di lavoro, su pendenze fino al 30-35 %, poi introduce nella semovente “Alinea” una “Centrale di pulizia e separazione”, per garantire un prodotto migliore. L’anno successivo anche la vendemmiatrice Alma “Selecta” sarà dotata di tale dispositivo.

Nel 2005 la stessa ditta migliora la centrale di pulizia delle sue vendemmiatrici, applicando degli aspiratori inferiori di nuova generazione ad asse verticale.

La Pellenc, nello stesso anno, introduce il sistema “Trieur”, un dispositivo di selezione-pulizia, posto al termine dei nastri trasportatori. Si tratta di una sorta di setaccio su cui passano le uve raccolte; esso consente la caduta al livello sottostante solo degli acini, grazie anche ad una seconda separazione acini-foglie dovuta ad un aspiratore. L’ anno dopo realizza anche il “Test-active”, o auto-centramento della testata su macchine semoventi. L’allineamento automatico al filare, oltre che limitare i danni alla vegetazione, permette di alleggerire il lavoro del conducente che deve limitarsi a seguire l’andamento del filare.

Negli anni successivi le nuove vendemmiatrici, dotate di sensori in abbinamento con i sistemi di posizionamento satellitare, sono in grado di registrare con precisione le caratteristiche del prodotto raccolto e di correlarli alle condizioni ambientali, allo stato del suolo e della vite ecc.

La New Holland-Braud (*figura 6*) presenta un modello stretto, studiato per vigneti intensivi ed un nuovo sistema di separazione di base, da montare su tutte le vendemmiatrici, che si aggiungerà al diraspatore, il quale resterà come un optional.





*Figura 6. Vendemmiatrice semovente New Holland-Braud di nuova generazione.*

La ditta Alma rinnova le proprie macchine, dotandole di nuovi convogliatori, tazze più basse e più lunghe, tunnel di raccolta più largo e alto. Grazie alla collaborazione con la Olmi le vendemmiatrici, sia semoventi che trainate, possono montare dischi stabilizzatori idraulici che permettono di aumentare notevolmente la stabilità della vendemmiatrice durante il lavoro in pendenza trasversale. L'inserimento dei dischi nel terreno durante l'avanzamento della macchina operatrice, permette di "fissare saldamente al terreno" la vendemmiatrice durante l'operazione di scuotimento per il distaccamento degli acini. Questo sistema garantisce il massimo livello di sicurezza operativo fino al 38 % di pendenza trasversale per l'operatore, la vendemmiatrice e per l'impianto.

Nel 2008 la ditta Tanesini Technology srl immette sul mercato la sua prima macchina trainata a scuotimento orizzontale (mod.Pulsar), che permette di controllare e regolare in modo indipendente la frequenza di movimento e l'ampiezza dell'oscillazione dei battitori; due anni dopo sullo stesso modello adotta un dispositivo innovativo in grado di controllare il grado di ammostamento provocato dai battitori, finalizzato a fornire indicazioni all'operatore per la corretta regolazione della macchina.

Dopo circa cinquant'anni di studi e di evoluzione oggi la raccolta meccanica si può ritenere un settore maturo e affidabile, in cui le macchine hanno raggiunto un

eccellente standard in termini di produttività, qualità del lavoro e basso costo di utilizzo. Il settore è comunque ancora molto dinamico e ogni anno vengono introdotte sul mercato nuove soluzioni costruttive che permettono una continua evoluzione dei modelli.

I principali obiettivi ricercati attualmente dai costruttori riguardano:

- la riduzione ulteriore dei costi di esercizio;
- il maggior rispetto della qualità delle uve raccolte;
- l'aumento del livello di sicurezza e di comfort per gli operatori.

## **2.2 Attuale situazione italiana ed europea della vendemmia meccanica**

È difficile disporre di una valutazione attendibile del parco vendemmiatrici attualmente in uso. Secondo le informazioni disponibili, non sempre basate su dati certi, le vendemmiatrici presenti nel mondo, che operano soprattutto per scuotimento orizzontale sono circa 38.000 (*Andreotti et al, 2007*). Quelle a scuotimento verticale sono un numero molto contenuto rispetto al totale, la maggior parte delle quali si trova in Italia e negli Stati Uniti.

Le principali realtà del panorama mondiale, dove il livello di meccanizzazione è molto spinto, sono in California, Nuova Zelanda e Australia che raccolgono meccanicamente ben oltre il 90 % delle loro superfici, seguite da Cile, Sud Africa e da Argentina. Questi paesi emergenti stanno ottenendo ottimi risultati, stupendo il mercato con vini di qualità elevata, a prezzi competitivi.

In Europa, la Francia è la nazione dove si conta il maggior numero di vendemmiatrici con circa 23.000 macchine, delle quali il 20 % è considerato obsoleto. In questa nazione l'impiego delle vendemmiatrici è particolarmente incentivato, anche nelle aree di grande pregio, sfatando l'iniziale ed erronea convinzione che la raccolta meccanica faccia abbassare la qualità dell'uva vendemmiata e di conseguenza dei vini da essa derivati.

La percentuale più alta di vigneti a raccolta meccanica spetta invece alla Germania, dove il numero di macchine è ovviamente inferiore in relazione ai soli 100.000 ha di vigneto contro i 900.000 della Francia.

In Italia su una superficie vitata di 632.100 ha (*Censimento Istat 2011*), si contano circa 2.600 vendemmiatrici, delle quali circa l'86-88 % a scuotimento orizzontale,



mentre le restanti sono equamente suddivise tra le macchine a scuotimento verticale per GDC e quelle per tendone e pergola.

Prima di analizzare la motivazione per la quale la vendemmia meccanica trova una così scarsa diffusione rispetto ai competitori mondiali ho voluto esaminare la situazione attuale della viticoltura italiana. Secondo un'elaborazione effettuata da Winenews, nell'arco di un decennio il numero di aziende vitivinicole è crollato del 51,5 % a fronte di un calo della superficie vitata del 12 %. Segno quindi che da un lato ci sono aziende che si specializzano (aumentando anche la superficie media) e dall'altro escono dal settore le aziende di piccole dimensioni (*tabella 1*).

Regione	N°aziende vitivinicole (in migliaia)	*Variazione (%)	Superfici vitate (ha) (in migliaia)	*Variazione (%)
Piemonte	20,6	-49,1	46,7	-12
Lombardia	9,0	-43,1	21,2	-0,4
Liguria	3,9	-68	1,3	-45,1
Trentino A.A	12,7	-16,9	15,3	+11
Veneto	37,3	-51,6	73,7	-
Friuli V.G.	6,6	-46,4	19,6	+10
E.Romagna	25,3	-43,3	55,8	-7,3
Toscana	24,9	-45,8	56,5	-3
Umbria	11,1	-53,7	12,0	-17,5
Marche	13,7	-50,2	15,4	-21
Lazio	20,4	-70,5	16,0	-45,7
Abruzzo	18,6	-45,4	30,5	-13,3
Molise	5,9	-52	4,1	-29
Campania	41,6	-51,7	21,0	-28,7
Puglia	47,9	-42,6	96,7	-13
Basilicata	9,7	-59,5	5,5	+40,6
Calabria	13,3	-61	9,0	-34,6
Sicilia	40,6	-49,1	110,6	-9,5
Sardegna	18,3	-56	18,8	-28,4
Totale	383,6	-51,5	632,1	-12

\* (Dati 2010 e variazione % su 2000)

*Tabella 1. Variazione della superficie vitata e del numero di aziende dal 2000 al 2010 in Italia.*

Nonostante questa incoraggiante analisi ancora molti sono i problemi di natura strutturale che limitano la diffusione della vendemmia meccanica, come ad esempio:

- la ridotta superficie aziendale. Malgrado i vari accorpamenti e le varie evoluzioni delle aziende nel corso degli anni, la superficie media delle aziende viticole in Italia non raggiunge neanche i 2 ettari;
- le pendenze dei vigneti. La maggior parte dei vigneti è ubicata in zone collinari; questo poteva esser un ostacolo maggiore in passato, in quanto adesso le vendemmiatrici sono dotate di livellatori in grado di rendere molto più agevole il lavoro in terreni declivi;
- le forme d'allevamento non adatte alla vendemmia meccanica. Negli anni sono stati sostituiti diversi vigneti con vecchi sistemi d'allevamento da altri vigneti con sistemi d'allevamento in grado di essere vendemmiati anche meccanicamente, ma sono presenti ancora molti vigneti a raggi e pergole, che non sono meccanizzabili;
- la qualità del lavoro. I viticoltori, vedendo il prodotto raccolto con la vendemmiatrice, sono convinti che ci sia un enorme decadimento della qualità del prodotto (dato dal fatto della grande quantità di prodotto ammostato) e non si fidano della vendemmia meccanica.

Nonostante queste problematiche, negli ultimi anni, in seguito al processo di ammodernamento dei vigneti, il 35-40 % della superficie vitata potrebbe essere già meccanizzata, questo grazie al sostegno proveniente dall'ultima O.C.M. vino (*Reg. CE n.479/2008 e Reg. CE n.555/2008*). Un esempio significativo è avvenuto in Emilia Romagna, dove nel 1996 le forme di allevamento meccanizzabili erano solamente il 14 % contro il 38 % del 2008 (*Fontana M., 2009*).

Le regioni che ospitano il maggior numero di vendemmiatrici sono Veneto e Toscana, seguite da Sicilia, Friuli Venezia Giulia e Emilia Romagna. In quest'ultima e in poche zone del Veneto, si concentra la vendemmia a scuotimento verticale, mentre in Puglia e Abruzzo, dove l'allevamento a tendone conosce la sua massima espressione, esiste un mercato di vendemmiatrici appositamente progettate per quel sistema di allevamento.

I costruttori/rivenditori stimano che negli ultimi 5 anni siano state vendute circa 170-190 macchine all'anno, con una netta prevalenza per le operatrici a scuotimento orizzontale.

Attualmente la vendemmia meccanica nel nostro paese è da ritenere una tecnologia acquisita, nonostante la percentuale dei vigneti raccolti meccanicamente sia ancora bassa rispetto ai paesi competitori.

Un esempio rappresentativo della rapida diffusione della vendemmia meccanica l'ho potuto verificare direttamente durante le ricerche effettuate presso la Cantina Forlì-Predappio.

Annate	Totale	Tradizionale	Meccanica	In casse
	(t)	(%)		
2003	31.296	96,9%	2,7%	0,4%
2004	39.869	97,1%	2,8%	0,1%
2005	40.121	94, 5%	5, 4%	0,1%
2006	51.662	89,8%	10,1%	0,1%
2007	45.843	87,1 %	12,8%	0,1%
2008	50.158	84,18%	15,8%	0,02%
2009	55.272	80,9%	19,07%	0,03%

*Tabella 2. Quantitativi conferiti divisi per metodo di raccolta alla cantina di FO.*

Come si può osservare dalla tabella 2, negli ultimi anni vi è stato un significativo incremento della quantità di uva conferita a macchina, che è passato dal 2,7 % al 19,07 %. La causa principale di tale incremento, come anticipato, è legata principalmente all'entrata in produzione di nuovi impianti idonei alla raccolta meccanica. Questo ci permette di ipotizzare un ulteriore aumento del prodotto vendemmiato a macchina nei prossimi anni.

La diffusione della vendemmia meccanica nel nostro paese è stata favorita anche dalla disponibilità dei contoterzisti a investire sulle vendemmiatrici, permettendo così anche alle piccole aziende di poter operare questa raccolta. In Italia infatti non esiste un gran numero di aziende che hanno superficie vitata superiore ai 25-30 ha, che potenzialmente quindi riuscirebbero ad ammortizzare in tempo utile l'elevato prezzo di acquisto di una vendemmiatrice. Per tutte le altre realtà si ricorre quindi al contoterzismo.

I vantaggi della piccola azienda nel ricorrere al contoterzista sono molteplici:

- non sono necessari investimenti di elevati capitali finanziari utili all'acquisto della macchina;

- si possono scegliere macchine tecnologicamente avanzate di recente costruzione, visto che il contoterzista sostituisce la vendemmiatrice più frequentemente rispetto all'azienda viticola;
- si ha la possibilità di utilizzare operatori qualificati che conoscono la macchina.

La tariffa dei contoterzisti, che varia di zona in zona, può essere quantificata in 700-900 €/ha ed è generalmente inferiore rispetto allavendemmia manuale.

La tipologia di aziende agromeccaniche interessate è abbastanza varia, spaziando da piccoli contoterzisti, che dispongono di una sola vendemmiatrice, a gruppi cooperativi con un parco macchine composto da svariate vendemmiatrici semoventi. Una valida alternativa al contoterzismo, che si sta diffondendo in alcune aree di viticoltura di pianura, è l'associazionismo d'acquisto: piccole aziende possono consorziarsi fra di loro per raggiungere superfici minime idonee ad ammortizzare i mezzi. Un esempio di questo associazionismo, che si sta verificando negli ultimi anni, è l'acquisto, da parte di pochi piccoli viticoltori, di vendemmiatrici trainate usate e di basso valore, che vengono sostituite dai contoterzisti più favorevoli a utilizzare vendemmiatrici semoventi; è sufficiente raggiungere una superficie complessiva di 15-20 ha per giustificare l'acquisto di una macchina trainata usata, con un costo di circa i 25-30.000 euro.

### **2.3 Un approccio differente della vendemmia meccanica. L'esperienza in Nuova Zelanda**

La Nuova Zelanda è uno dei Paesi vitivinicoli del Nuovo Mondo che in questi ultimi anni ha maggiormente suscitato l'attenzione a livello internazionale, sia per lo standard qualitativo raggiunto dalla produzione enologica che per la grande capacità di penetrazione nei mercati esteri di riferimento.

Il successo neozelandese trova conferma in un aumento, negli ultimi 10 anni, della superficie vitata del 286 % ed in un aumento del valore delle esportazioni del 910 %. Il settore vitivinicolo, sviluppatosi agli inizi degli anni '70 ed esploso a partire dagli anni '90, è stato trainato da tre grandi gruppi, ovvero Villa Maria, Constellation e Pernod-Ricard, i quali gestiscono congiuntamente circa il 50 % della superficie

vitata complessiva e sono riusciti per le loro dimensioni ad esportare i vini neozelandesi in tutto il mondo. Un ruolo fondamentale per lo sviluppo del settore enologico va attribuito anche alla capacità dei produttori di aver saputo trasformare in un vantaggio lo svantaggio di essere partiti per ultimi; senza una tradizione da rispettare, le aziende hanno impostato la loro produzione, sia nel vigneto che in cantina, in funzione di quanto richiesto dal mercato internazionale.

Non potendo competere sul prezzo e sulla quantità con Cile, Argentina, Australia o Spagna, la qualità è stata una scelta obbligata, essenziale per l'esistenza stessa del settore.

L'elevato grado di meccanizzazione della vendemmia di questo paese, abbinato all'elevata qualità del prodotto finale, ha suscitato la mia curiosità, visti i grossi pregiudizi che persistono nel nostro paese nei confronti della vendemmia meccanica. I viticoltori italiani infatti sono ancora legati all'idea che la vendemmia meccanica non si sposi con una viticoltura di qualità e sia indicata al solo ottenimento di un prodotto di massa di scarsa qualità.

In tale contesto si è inserita la mia esperienza presso la Brancott Winery, del gruppo Pernod Ricard, una cantina di grandi dimensioni e all'avanguardia sotto il profilo tecnologico che concilia grandi produzioni ed elevato livello qualitativo (*figura 7*).



*Figura 7. Foto della Brancott Winery (gruppo Pernod Ricard).*

Questa esperienza mi ha permesso di studiare a fondo lo stato della meccanizzazione viticola neozelandese, concentrandomi sulla valutazione degli aspetti operativi delle macchine vendemmiatrici in opera.

Come già accennato, il settore vitivinicolo neozelandese è esploso negli ultimi vent'anni; la superficie vitata complessiva è di poco superiore ai 32.000 ettari, una superficie esigua se paragonata ai 632.100 ettari di vigneto dell'Italia.

La Nuova Zelanda si trova nell'emisfero meridionale ed ha quindi le stagioni inverse rispetto all'Italia; è costituita da due isole e su entrambe la viticoltura è distribuita quasi equamente. Le condizioni climatiche sono estremamente favorevoli allo sviluppo della vite; in generale il clima è temperato, con estati tendenzialmente fresche e inverni non particolarmente rigidi, caratterizzato da piovosità e temperature che diminuiscono progressivamente spostandosi da nord verso sud. Le grandi escursioni termiche giorno-notte sono favorevoli alla salvaguardia del corredo aromatico delle uve, caratteristica principale dei vini neozelandesi.

Le principali regioni vitivinicole neozelandesi sono Marlborough, considerata il cuore della vitivinicoltura neozelandese nonché il regno del Sauvignon Blanc, di cui esistono più di 14.000 ettari, pari all'86 % circa del totale nazionale; gli altri vitigni di riferimento sono il Pinot nero, lo Chardonnay e il Riesling. Le altre regioni sono Hawke's Bay e Gibsone, rinomate per le varietà Chardonnay e Merlot e infine la zona viticola di Otago Central, i cui vigneti sono ubicati a maggiori altitudini, tra 200 e 450 metri s.l.m., l'unica regione viticola in cui la raccolta meccanica è quasi sconosciuta (*New Zealand Winegrowers, 2009*)(figura 8).

La principale forma di allevamento neozelandese è il 'vertical shoot positioned' (VSP) che deriva dal sistema a cordone produttivo rinnovato, Guyot, ed è gestito con 3-4 cordoni bilaterali su due piani (figura 9).

La densità media di impianto è pari a 2.200 viti/ha, mentre la produzione si attesta tra i 9 e 13 t/ha.

Nonostante si stia affermando come un paese produttore di vini di alta qualità, la superficie di vigneto raccolta meccanicamente raggiunge quasi il 90 %.

Le cause di una così elevata percentuale sono da ricercare nella conformazione degli appezzamenti vitati, caratterizzati da aziende molto grandi (la superficie media aziendale è di circa 50 ha), nell'adozione di sistemi di allevamento quasi tutti impostati a contropalliera e quindi vendemmiabili per scuotimento orizzontale e

nella localizzazione dei vigneti in gran parte in zone di pianura e prima collina (figura 10).

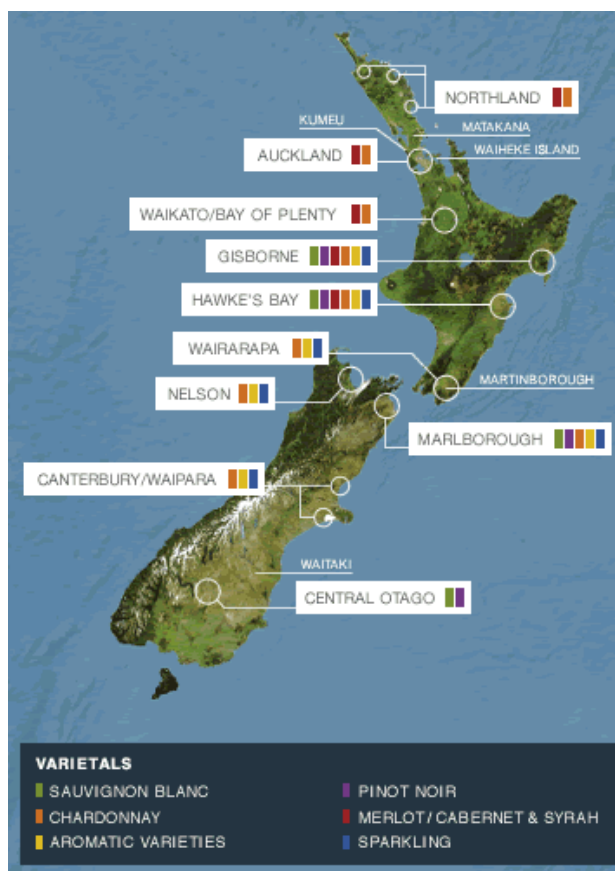


Figura 8. Principali regioni vitivinicole neozelandesi.

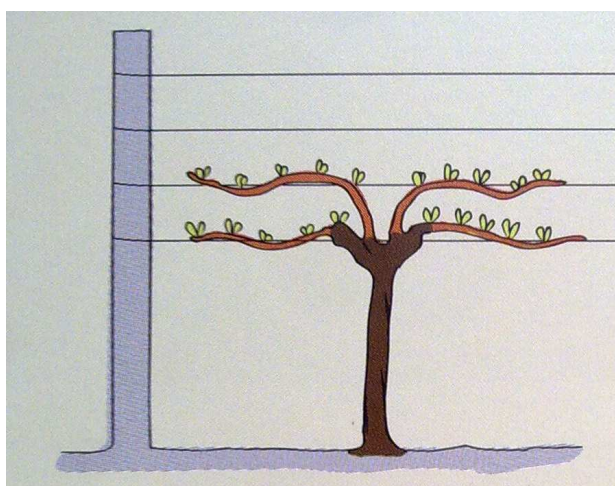


Figura 9. Forma di allevamento neozelandese 'vertical shoot positioned' (VSP) che deriva dal sistema a cordone produttivo rinnovato.





*Figura 10. Vigneto predisposto alla meccanizzazione.*

Anche il numero limitato di varietà viticole, di forme di allevamento e l'elevata lunghezza dei filari hanno semplificato e favorito l'impiego delle vendemmiatrici.

I viticoltori neozelandesi impiegano esclusivamente vendemmiatrici semoventi a scuotimento orizzontale delle principali ditte mondiali, quali Pellenc, Gregoire, New Holland-Braud ed Ero, le quali hanno una maggior efficienza di raccolta per tempi e qualità del prodotto rispetto alle vendemmiatrici trainate (*figura 11*).



*Figura 11. Vendemmiatrice semovente a scuotimento orizzontale della ditta Gregoire con scarico laterale mediante nastro trasportatore.*



La vendemmia avviene spesso anche di notte e ciò permette di ampliare l'utilizzazione annuale della macchina e ridurre l'incidenza unitaria dei costi fissi (*figura 12*). Inoltre questa pratica sembra favorire una migliore qualità delle uve raccolte meno soggette ad alte temperature.



*Figura 12. Vendemmiatrice semovente che opera di notte.*

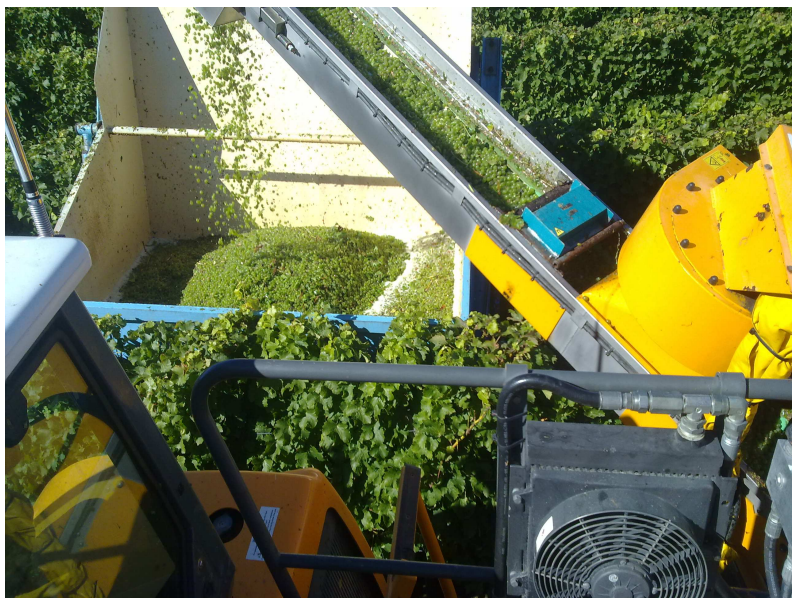
Le condizioni operative che hanno destato grossa curiosità, vista l'alta qualità del prodotto finito, sono legate alla regolazione delle vendemmiatrici.

Le esperienze condotte mostrano infatti che tali operazioni sono standardizzate a valori di 5-5,5 km/h per quanto riguarda la velocità d'avanzamento e di 520-580 colpi/minuto per quanto concerne la frequenza degli organi battitori; questi valori sono molto elevati se confrontati con le condizioni operative in Italia.

Le prove sono state realizzate durante la vendemmia 2010, sulla varietà Sauvignon Blanc, allevate con il sistema VSP.

I rilievi effettuati sul maltrattamento provocato dalle vendemmiatrici sulla produzione non hanno mostrato dati preoccupanti, anche se l'indice di ammostamento si è attestato su valori del 23-28 %. Quest'ultimo risultato era evidenziato anche dalla visibile bagnatura delle foglie (*figure 13-14*).

Il grado di ammostamento è stato valutato separando per sgrondatura il prodotto raccolto; le perdite visibili, ovvero il prodotto rimasto sulla pianta o caduto a terra, rilevate visivamente erano molto limitate.



*Figura 13. Scarico dell'uva su rimorchio affiancato operante nell'interfilare adiacente a quelli della vendemmiatrice. Come si osserva dalla tramoggia il livello di ammostamento è molto elevato.*



*Figura 14. Visibile bagnatura delle foglie provocata dal passaggio della vendemmiatrice.*

Relativamente agli effetti sulle piante e sul vigneto, l'elevata frequenza dei battitori ha causato un'alta defogliazione e rottura di tralci, speroni e pali, che insieme ad

altri materiali estranei costituiscono il M.O.G (Material Other than Grapes) il cui valore è risultato mediamente elevato.

La valutazione degli aspetti operativi della vendemmia meccanica in Nuova Zelanda ha evidenziato importanti differenze se confrontati con l'Italia; la vendemmia meccanica risulta essere molto “aggressiva”, basata su un distacco elevato, con indici di ammostamento e presenza di M.O.G molto alti.

Migliori risultati si otterrebbero utilizzando frequenze sufficienti a provocare il distacco dell'uva, lasciando una modesta presenza di acini non distaccati, senza provocare un eccessivo grado di ammostamento e danneggiamenti così elevati sulle piante e sul vigneto.

Per quanto riguarda il trasporto dell'uva in cantina, è molto diffusa la pratica di scaricare il vendemmiato su rimorchi di grandi dimensioni ribaltabili, che vengono chiusi con appositi teloni di plastica in cui l'uva viene protetta dall'ossidazione attraverso solfitazione (*figura 15*).



*Figura 15. Autocarro con cassoni ribaltabili (capacità totale 20 t).*

Il tempo che intercorre tra la raccolta e il conferimento in cantina è mediamente di 2 ore circa.

Anche in questo caso abbiamo riscontrato poca attenzione nella conservazione dell'integrità del prodotto e nel controllo dei fenomeni chimico-biologici di alterazione delle uve e dei mosti prima della lavorazione in cantina. Esistono infatti trattamenti sul prodotto raccolto a macchina in grado di controllare o eliminare gli effetti legati a fermentazioni e ossidazioni incontrollate, quali l'impiego di gas inerti



(N<sub>2</sub> o CO<sub>2</sub>), il controllo della temperatura, l'impiego dell'anidride carbonica liquida o addirittura la separazione diretta in campo liquido-solido. Quest'ultima tecnica consente di isolare subito in campagna la fase liquida, attraverso una superficie di sgrondo sul fondo della vasca da quella solida, per adottare trattamenti specifici e differenziati fra il mosto e l'uva intera.

Nonostante la mancanza di questi accorgimenti la qualità dei vini neozelandesi viene preservata, questo sicuramente grazie a tecniche e tecnologie di cantina all'avanguardia, che nulla hanno da invidiare ai principali paesi produttori di vino. Questa esperienza in Nuova Zelanda mi ha permesso di osservare in opera una vendemmiatrice innovativa della ditta Ero, munita di separatore centrifugo Gea Westfalia (figura 16).



*Figura 16. Vendemmiatrice innovativa della ditta Ero, munita di separatore centrifugo Gea Westfalia.*

La peculiarità di questo tipo di vendemmiatrice consiste nel conferire in cantina mosto già chiarificato. I grappoli raccolti dalla vendemmiatrice, dopo essere stati diraspati, passano attraverso il separatore centrifugo orizzontale che separa le bucce dal succo, il quale viene pompato in un serbatoio trainato accanto alla vendemmiatrice e successivamente trasportato in cantina.

Di questa vendemmiatrice si sa ancora poco, ma ha suscitato grande interesse soprattutto perché potrebbe stravolgere le attuali metodologie di conferimento dell'uva in cantina.

L'esperienza condotta in Nuova Zelanda ha evidenziato differenze significative tra la viticoltura di questo paese e quella italiana; la scarsa attenzione dei neozelandesi agli aspetti operativi della vendemmia meccanica e ai trattamenti sulle uve provenienti da raccolta meccanica non ha trovato riscontro sulla qualità dei vini che risulta essere molto elevata. La Nuova Zelanda si conferma infatti uno dei principali produttori del Nuovo Mondo viti-enologico, che ha scelto di puntare sulla produzione di qualità.

Questo approccio differente alla vendemmia meccanica deve essere di stimolo alle realtà viticole italiane a ricorrere all'impiego delle vendemmiatrici anche per l'ottenimento di un prodotto di qualità.

### 3. FORME D'ALLEVAMENTO IDONEE ALLA VENDEMMIA MECCANICA

In Italia le superfici investite a vigneto per uve da vino, che nel 1970 erano oltre 1,1 milioni di ettari, si sono progressivamente ridotte e sono scese al di sotto di 1 milione di ettari già a partire dai primi anni '90. Attualmente si stima che tali superfici dovrebbero essersi ulteriormente abbassate sino a poco più di 632 mila ettari (*Elaborazione Winenews, 2011*) e si prevede una loro ulteriore flessione, sia pure più moderata, anche nei prossimi anni.

Questo ridimensionamento, determinato dal blocco dei nuovi impianti voluto dalla Comunità Europea e quindi dagli abbattimenti e dagli abbandoni dei vigneti più vecchi, ha comunque prodotto alcuni risultati positivi, tra questi, la scomparsa di molti piccoli appezzamenti, spesso con piante malate ed improduttive o non più adeguate sotto il profilo qualitativo e tecnico, e la loro parziale sostituzione con impianti più razionali, effettuati secondo le direttrici innovative indicate dalla ricerca degli ultimi venti anni (*Regione Emilia Romagna, Piano regionale ricostruzione e ristrutturazione vigneti, 1999*).

In seguito a questo processo di ristrutturazione e ammodernamento la viticoltura italiana si presenta oggi con una superficie vitata meccanizzabile attorno al 35-40 % del totale.

I nuovi sistemi di allevamento vengono impostati e realizzati in modo perfettamente integrato con le macchine operatrici, sì da agevolare sia le operazioni di vendemmia che quelle di potatura.

In contrapposizione ai criteri tipici dei vecchi e tradizionali sistemi, a tralcio rinnovato e con potatura lunga, i presupposti per ottenere forme di allevamento moderne e più equilibrate sono rappresentati dall'allevamento a cordone permanente con potatura corta.

Il principale vantaggio di questo sistema è associato alla possibilità di ripartire il carico di gemme su un numero limitato di "unità produttive" corte (cioè gli "speroni"), costituite da 1-3 nodi; ciò garantisce sia la contemporaneità di maturazione, che è indispensabile per il successo della vendemmia meccanica, sia la possibilità di ricorrere anche alla potatura meccanica.

Tra questi i sistemi di allevamento proposti dalla ricerca negli ultimi venti anni sono il "Cordone speronato" classico, la "Doppia cortina", il "Cordone libero", il

“Cordone libero mobilizzato”, il “Cordone speronato mobilizzato” e il “Combi”, a cui può essere aggiunto il recentissimo sistema a “Siepe con potatura semiminima”, ancora in fase di sperimentazione.

Una base comune per tutti i predetti modelli è innanzitutto quella di essere meccanizzabili sia per la vendemmia che per la potatura. Per la vendemmia, le macchine utilizzabili possono essere, a seconda dei sistemi di allevamento, del tipo a scuotimento orizzontale, verticale e per vigneti a tendone.

A queste nuove forme d'allevamento vanno aggiunti i sistemi tradizionali quali Sylvoz, Guyot, Casarsa, Doppio capovolto, archetto, e gli alberelli anch'essi idonei alla vendemmia meccanica.

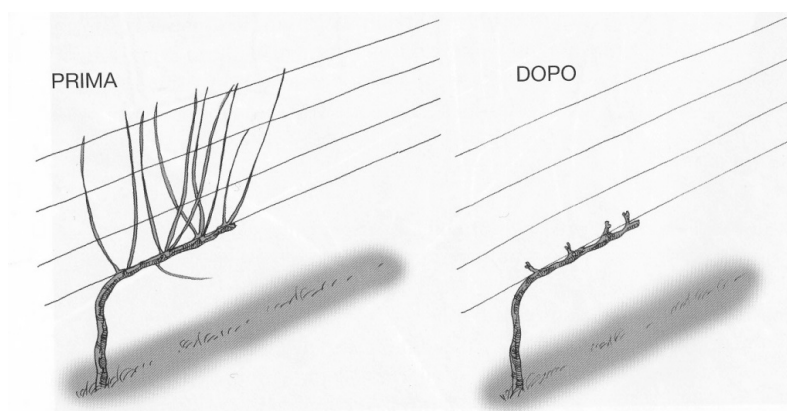
### **3.1 Il Cordone speronato (CSP) e il Cordone speronato mobilizzato (CSM)**

L'ampia diffusione del Cordone speronato è da ricondursi agli ottimi risultati qualitativi che consente di ottenere e alla sua completa meccanizzazione.

Il sistema si adatta soprattutto a valorizzare le aree meno fertili, specialmente in collina, poiché esalta la vigoria delle piante e permette il migliore sfruttamento delle disponibilità energetiche naturali (*figura 17*).

Insieme al Guyot è il sistema di allevamento di riferimento per la realizzazione delle contropalliere basse.

Si compone di un tronco verticale, alto 0,4-1,2 m, e di un cordone orizzontale di lunghezza variabile da 0,5 a 2 m sui quali sono inseriti speroni di 1-4 gemme.



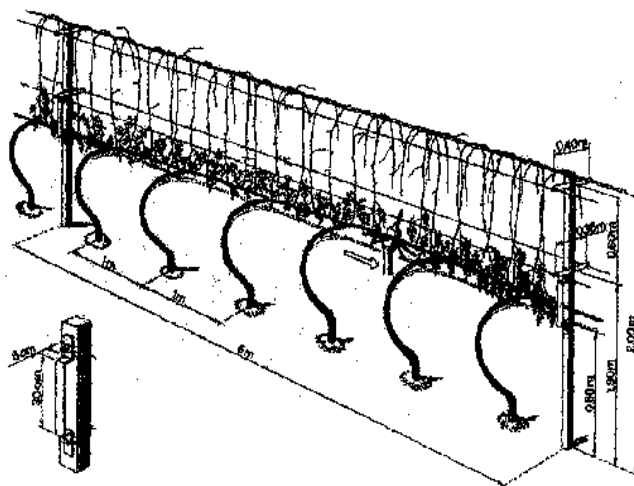
*Figura 17. Cordone speronato prima e dopo la potatura (fonte: Castaldi).*

Si hanno anche varianti alla forma classica; infatti il Cordone speronato può diventare bilaterale quando si hanno due cordoni opposti, o sovrapposto, quando i 2 cordoni decorrono nella stessa direzione, intrecciati (per aumentare i punti di produzione di speroni) o su due piani diversi.

Richiedendo una potatura corta, si presta per i vitigni caratterizzati da buona fertilità delle gemme basali, quali ad esempio Sangiovese, Merlot, Cabernet Sauvignon, Sauvignon, Cabernet Frank, Chardonnay e Pinot Bianco.

Nella moderna versione le più importanti modifiche strutturali riguardano l'altezza della palificazione sopra il livello del cordone permanente (almeno 1,2-1,3 m per dare spazio alla parete fogliare) e l'adozione di coppie di fili mobili per il contenimento della vegetazione.

Per la vendemmia, il Cordone speronato si presta all'utilizzo di macchine tradizionali a scuotimento orizzontale, che oggi sono molto efficienti ed hanno raggiunto il limite operativo loro consentito dal principio di raccolta su cui si basano (battitori agenti trasversalmente sulla parete vegetativa), sia in termini di perdite in mosto (10-15 %), che per danneggiamento alle piante. Questa forma di allevamento nella variante a cordone permanente mobilizzato consente anche la vendemmia meccanica a scuotimento verticale (*figura 18*).



*Figura 18. Cordone speronato mobilizzato (fonte: Baldini-Intrieri).*

Le modifiche consistono nella presenza di un supporto ad “asola” fissato a circa 0,6-0,8 m dal suolo su un lato di ciascun palo.



In tale supporto passa il filo principale, di tipo spiralato, che sostiene il cordone permanente. I ceppi delle viti sono mantenuti verticali fino a circa 0,4-0,5 m da terra tramite tutori rigidi e quindi arcuati in direzione del filare fino al filo portante per dare l'elasticità sufficiente ad assecondare le oscillazioni verticali impresse dai dispositivi di raccolta.

Quando i cordoni speronati mobilizzati sono vendemmiati con macchine a scuotimento verticale, il distacco del prodotto avviene quasi esclusivamente per inerzia, comportando quindi un miglioramento della qualità del vendemmiato, che è poco ammostato e scarsamente inquinato dalla presenza di foglie e di tralci.

### **3.2 La Doppia Cortina: GDC (Geneva Double Curtain) e Duplex**

La Doppia cortina è un sistema di allevamento messo a punto negli anni Sessanta da Nelson Shaulis presso la Stazione sperimentale di Geneva della Cornell University in funzione della vendemmia meccanica per scuotimento verticale.

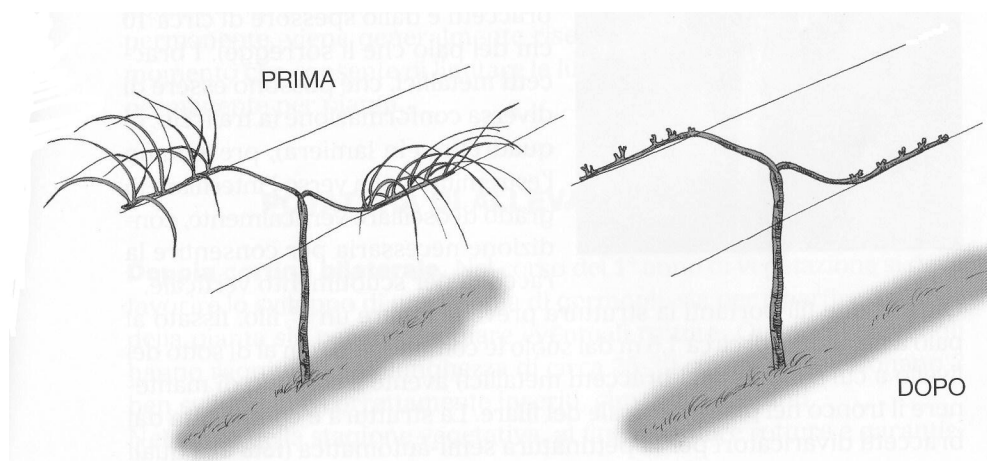
Si tratta di un sistema di allevamento in cui la chioma è divisa in due spalliere o cortine ricadenti in due interfilari adiacenti.

Queste forme di allevamento prevedono due bracci metallici mobili contrapposti, fulcrati sui pali di sostegno e inclinati verso l'alto. All'estremità libera di questi bracci sono fissati due fili orizzontali e paralleli ai quali vengono legati i cordoni permanenti speronati nel caso del GDC (*figura 19*) oppure i capi a frutto rinnovati annualmente nel caso del Duplex.

È un metodo di allevamento caratterizzato dalla mancanza di fili di sostegno della vegetazione nella quale i tralci dei due cordoni ricadono liberamente verso il basso.

Introdotte in Italia verso il 1970, le Doppie cortine furono sperimentate in Emilia Romagna privilegiando il GDC con cordone permanente che, rispetto al Duplex, poi abbandonato, presentava il vantaggio di richiedere meno manodopera per la potatura invernale e la meccanizzazione di questo intervento.

Il sistema si adatta, vista la posizione procombente dei germogli, ai terreni più fertili, specialmente di pianura, poiché riduce la vigoria delle piante e aumenta la differenziazione a fiore delle gemme, migliorando così l'equilibrio tra attività vegetativa e quella produttiva dei ceppi.



*Figura 19. Doppia cortina (GDC) prima e dopo la potatura (fonte: Castaldi).*

Questa forma di allevamento richiede una potatura corta, con speroni di 2-3 gemme, per cui viene utilizzata per la coltivazione di vitigni dotati di buona fertilità delle gemme basali; ottimi risultati si ottengono comunque anche con vitigni a fertilità basale non particolarmente elevata, quali Trebbiano Romagnolo e Pignoletto.

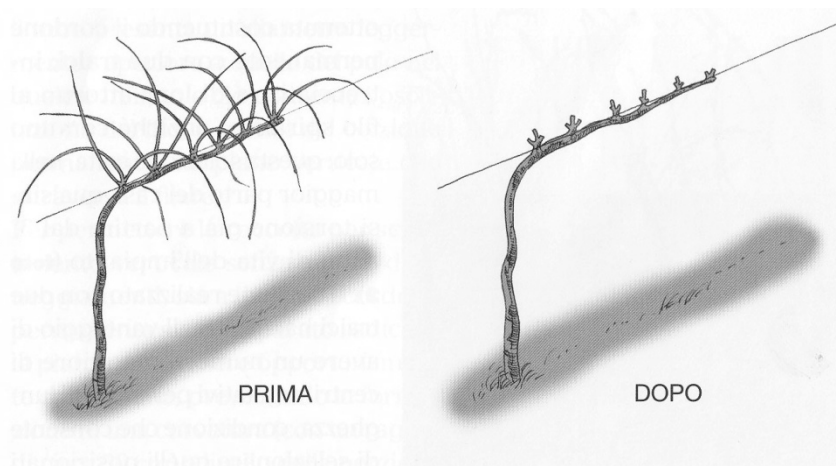
Nel corso degli anni Settanta-Ottanta questa forma d'allevamento è stata oggetto di studi e miglioramenti da parte dell'equipe di Cesare Intrieri della Facoltà di Agraria di Bologna, che hanno permesso di applicare i massimi livelli di meccanizzazione integrale, sia per quanto riguarda gli interventi di potatura invernale ed estiva sia per le operazioni di vendemmia. Quest'ultima, attuata secondo il principio dello scuotimento verticale (che non percuote la parete vegetativa, ma agisce per trasmissione indiretta di energia, facendo vibrare il filo principale che sostiene il cordone), è anche quella che dà i migliori risultati sul piano qualitativo e su quello della riduzione delle perdite in confronto allo scuotimento orizzontale tradizionale (Pezzi, 2006).

In definitiva, il GDC rappresenta oggi un sistema ben affermato nella moderna viticoltura, dal momento che l'elevato numero di ceppi, di norma 2.500, e l'elevato sviluppo di cordone permanente e di parete vegetativa (5.000 m/ha) consentono di ottenere alte produzioni sotto il profilo qualitativo ma soprattutto quantitativo. Questi elementi, associati all'elevato grado di meccanizzazione lo rendono economicamente sostenibile e particolarmente adatto alla produzione di vini di fascia intermedia.

### 3.3 Il Cordone libero (CL) e il Cordone libero mobilizzato (CLM)

La forma di allevamento a Cordone libero si basa su principi strutturali analoghi a quelli che caratterizzano il GDC, in quanto, al pari di quest'ultimo, è privo di fili di contenimento della vegetazione e i germogli crescono liberi nello spazio. Si tratta di un sistema in parete che può essere vendemmiato meccanicamente per scuotimento orizzontale come le normali controspalliere, ma, al contrario di queste ultime, è anche adatto alla potatura meccanica integrale.

È costituito da un ceppo verticale che prosegue con un cordone permanente orizzontale, fissato ad un filo portante teso alla sommità dei pali che non superano l'altezza di 1,4-1,6 m da terra (*figura 20*).



*Figura 20. Cordone libero prima e dopo la potatura (fonte: Castaldi).*

Questa forma d'allevamento può contribuire a formare chiome molto efficienti dal punto di vista fotosintetico, purché i germogli mantengano un certo grado d'assurgenza e si distribuiscano simmetricamente sui due lati del filare. Tali condizioni consentono di avere all'interno della chioma condizioni di luce-ombra ottimali per la maturazione dell'uva e una buona penetrazione di aria, che tende a contrastare l'insorgenza di condizioni microclimatiche favorevoli allo sviluppo delle malattie crittogamiche.

Seppure proposto ed introdotto da diversi anni (*Intrieri e Silvestroni, 1983*), il sistema di allevamento ha già subito importanti modifiche grazie all'impiego di filo spiralato per mantenere rettilineo il cordone permanente e sopperire all'eventuale

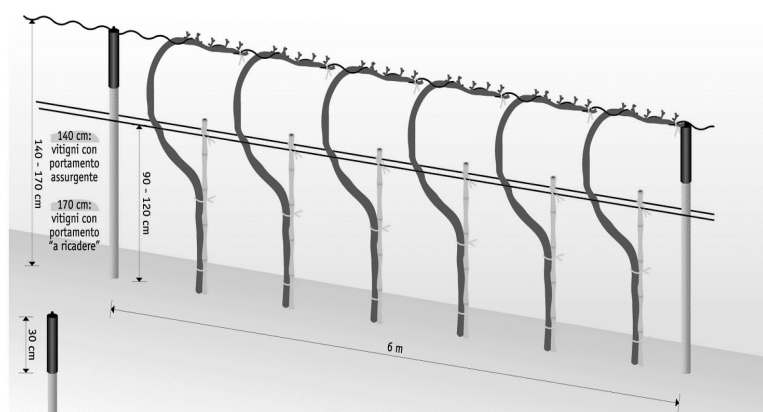
rottura dei germogli oltre che alla rigorosa selezione degli speroni rigorosamente verso l'alto fino dal primo anno di formazione del cordone, allo scopo di garantire alla chioma una forma "aperta", costituita da germogli tendenzialmente assurgenti. Questa forma è particolarmente adatta a vitigni a portamento assurgente o semi-assurgente e con una buona fertilità delle gemme basali, quali Cabernet Sauvignon, Sauvignon, Sangiovese, Merlot e Chardonnay.

Al fine di garantire il corretto portamento della chioma, il Cordone libero deve essere proposto nei terreni di media fertilità, dove lo sviluppo in lunghezza dei tralci non contrasti con la necessità di mantenerli assurgenti.

L'adozione di questo sistema di allevamento nei terreni fertili, dove risulta difficile il controllo della vigoria, richiede per garantire l'assurgenza della chioma, un numero elevato di interventi di cimatura.

Oltre alla versione classica, esiste la variante "Cordone libero mobilizzato", concepito dalla Cattedra di viticoltura dell'Università di Bologna che, analogamente al Cordone speronato mobilizzato e al GDC, è idoneo alla raccolta per scuotimento verticale, quindi senza che vi sia contatto tra grappolo e organo battitore, migliorando così la qualità del vendemmiato.

La modifica del Cordone libero è stata attuata curvando il tronco (con un raggio di circa 0,3 m) e mobilizzando il filo portante principale (*figura 21*).



*Figura 21. Rappresentazione schematica dell'allevamento a Cordone libero mobilizzato.*

In questo caso il filo non è fissato al palo, bensì passa attraverso un foro praticato sulla sommità di appositi “cappellotti”, ovvero tubi in materiale plastico della lunghezza di 30-40 cm, che sono mantenuti in appoggio sui pali stessi. Essendo praticamente liberi, i “cappellotti” possono compiere un’escursione di 150-200 mm sotto l’azione dei dispositivi di raccolta che agiscono al di sotto del cordone permanente, sollecitando dal basso verso l’alto (*Baldini et al, 2004*). La curvatura ad arco del tronco consente alle viti di flettersi elasticamente e di oscillare sotto l’azione del battitore senza subire danni.

Nella versione attuale, il Cordone libero e quello mobilizzato hanno l’indubbio vantaggio di non richiedere interventi di pettinatura e di realizzare in modo naturale un rapporto equilibrato tra luce ed ombra nell’intorno dei grappoli.

La posizione definita della fascia produttiva del Cordone libero garantisce ampie possibilità per la vendemmia meccanica.

In questi due sistemi di allevamento la mancanza di ostacoli (pali e fili) al di sopra dei cordoni permanenti consente anche un facile uso dei diversi modelli di potatrici meccaniche, nelle quali la posizione delle barre può essere variata per consentire sia la potatura estiva che quella invernale.

### **3.4 Il sistema Combi**

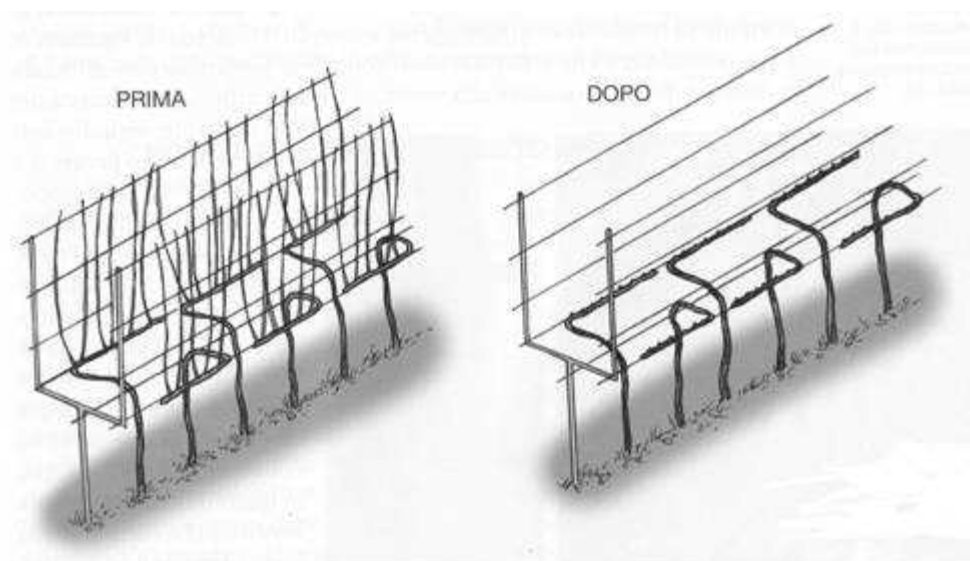
È un sistema di allevamento ideato e messo a punto recentemente dall’equipe di Cesari Intrieri dell’Università di Bologna.

Questo sistema d'allevamento a cordone permanente nasce dalla necessità di avere un sistema a chioma separata con germogli volti verso l’alto in grado di essere raccolto e gestito meccanicamente.

Il sistema associa alcune caratteristiche del GDC e del Cordone speronato e si presta a essere adottato per vitigni a buona fertilità delle gemme basali dal momento che necessita di potatura corta; consente inoltre la raccolta meccanica a scuotimento verticale ovvero senza contatto diretto tra organi battitori e grappoli, dato che il movimento, che causa la caduta di acini e grappoli, viene impresso sul filo che sorregge il cordone permanente.

Alla stessa maniera del GDC, il Combi è fatto di due cordoni permanenti, a distanza sul piano orizzontale di 1,2-1,4 m circa.

Il sistema è costituito da viti a distanza di 0,5-0,7 m sulla fila, i cui cordoni vengono alternativamente disposti sui fili esterni del sistema, posizionati a circa 1,1-1,2 m dal suolo, così da creare due pareti affiancate, sostenute da una struttura meccanica ad “U” che si alterna lungo la fila ogni 18-24 m, con strutture a bracci mobili identiche a quelle della GDC. I fili portanti vengono fatti passare attraverso una fessura ad “asola”, predisposta su ciascuno dei bracci verticali della U, per consentire al cordone permanente e alla vegetazione di ciascuna parete di essere scossi a mezzo di un battitore a “stella pivotante”, che opera per scuotimento verticale (*figura 22*).



*Figura 22. Combi prima e dopo la potatura (fonte: Castaldi).*

Poiché nel Combi tutta la vegetazione è canalizzata verso l’alto da coppie di fili mobili e non aggetta verso gli interfilari, le distanze tra i filari possono essere ridotte a 3,2-3,5 metri (contro i 4 m necessari per il GDC). Questo comporta la possibilità di realizzare fino ad oltre 6 km di cordoni produttivi per ettaro investito (contro i 5 km del GDC). Il Combi può quindi consentire di ridurre la produzione a metro lineare (migliorando la qualità del prodotto), aumentando nel contempo la resa totale per ettaro investito.

Il sistema Combi sostiene infatti coppie sovrapposte di fili orizzontali mobili, che hanno la funzione precisa di mantenere verticali i germogli uviferi in modo da formare due pareti contrapposte, la cui consistenza fogliare è molto valida per fare maturare l’uva.

L'idea di questo sistema è partito dal concetto di eseguire la raccolta meccanica per scuotimento verticale, usando gli stessi mezzi che operano sulle doppie cortine.

Da mettere in evidenza che anche per le potature meccaniche, sia estiva che invernale, è possibile in modo analogo a quanto effettuato sul Cordone speronato.

### **3.5 Il sistema a Siepe con potatura semiminima (SPS)**

Si tratta di un sistema di allevamento messo a punto all'Università di Bologna da Cesare Intrieri a partire dalla fine degli anni Novanta e attualmente al termine della fase di sperimentazione.

Viene proposto come una variante della potatura minima, diffusosi in Australia a partire dagli anni Ottanta.

Mentre il sistema a potatura minima prevede un ricorso molto limitato alla potatura, nel caso della SPS è previsto l'ottenimento di una siepe, a livello della quale si eseguono meccanicamente dei tagli che hanno lo scopo di contenere lo sviluppo, regolare il carico di gemme e rendere costanti le rese.

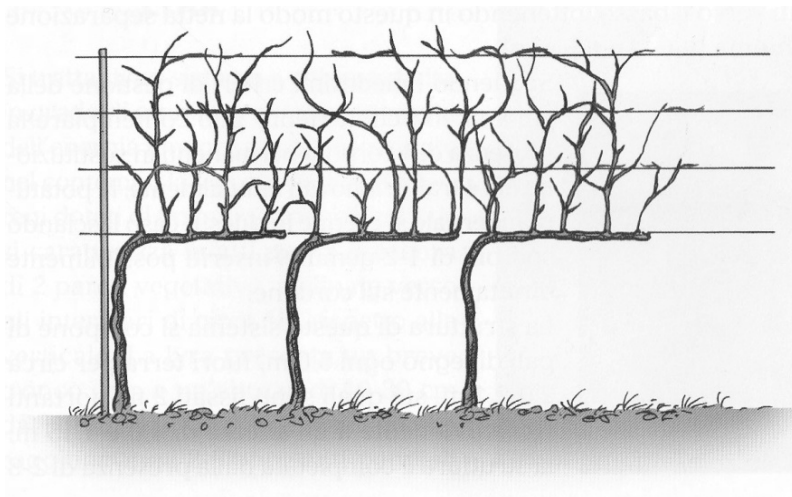
L'interesse nei confronti di questo sistema deriva innanzitutto dal fatto che permette la meccanizzazione integrale del vigneto, con notevole riduzione dei costi di produzione; si deve inoltre considerare che il sistema induce nella vite una serie di modificazioni fisiologiche, che si traducono in un aumento del numero di grappoli, con acini più piccoli e spargoli e meno soggetti a marciumi.

Il sesto d'impianto, generalmente adottato per questo sistema, prevede una distanza di 2,5 m tra le file e di 0,7-1,0 m sulla fila. Il sistema di allevamento SPS consiste, di fatto, nella creazione di una struttura scheletrica verticale modellata come una "siepe", ottenuta da un Cordone speronato tradizionale in cui vengono mantenuti alcuni dei tralci dell'anno precedente, i quali sono stabilmente fissati ai fili orizzontali della struttura (*figura 23*).

Utilizzando una potatrice a barre di taglio multiple ed un profilo di lavoro ad U rovesciato, può così essere effettuata negli anni successivi una potatura invernale molto corta sopra e sui fianchi della siepe, eliminando una parte delle gemme prodotte nell'anno precedente.

La raccolta meccanica di questo sistema di allevamento viene eseguita con vendemmiatrici tradizionali a scuotimento orizzontale.

La SPS, nonostante sia ancora in fase di sperimentazione, presenta numerosi caratteri positivi, quali la semplicità della potatura meccanica, una produzione elevata, di buona qualità, con grappoli piccoli e spargoli, una maturazione regolare, un annullamento degli attacchi botritici e una estrema facilità di raccolta meccanica.



*Figura 23. Siepe con potatura semiminima (fonte: Castaldi).*

I sistemi proposti hanno un'ampia gamma di adattabilità produttiva e qualitativa, sono idonei a livelli più o meno spinti di meccanizzazione e si prestano a valorizzare le più diverse condizioni ambientali in cui si svolge la viticoltura.

A queste nuove forme d'allevamento vanno aggiunti i sistemi di allevamento tradizionali nei quali è possibile eseguire la vendemmia meccanica.

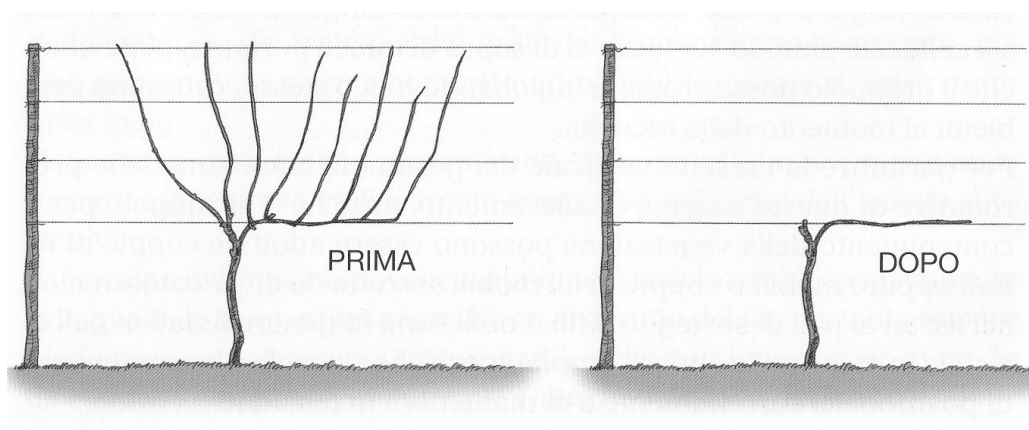
### **3.6 Guyot**

Il Guyot è uno dei sistemi di allevamento a tralcio rinnovato più diffusi sia nei Paesi del Nuovo Mondo che in quelli europei.

Tra i principali motivi del successo del Guyot rientrano la relativa semplicità della potatura, l'idoneità a realizzare impianti ad alta densità e, non ultima, l'attitudine alla vendemmia meccanica. Il Guyot è un sistema di allevamento concepito per terreni dotati di scarsa fertilità, per cui viene adottato soprattutto in ambiente collinare. Solitamente si associa a vitigni con ridotta fertilità basale.



Questa forma d'allevamento necessita di un'impalcatura costituita da pali e fili per il sostegno promiscuo della vegetazione che porta frutto e di quella di rinnovo. Normalmente la pianta ha un tronco di 0,3-1 m d'altezza, sul quale è inserito un capo a frutto di 6-10 gemme, che viene piegato orizzontalmente in direzione del filare, e uno sperone di 1-2 gemme, che ha lo scopo di dare i rinnovi per l'anno seguente (*figura 24*).



*Figura 24. Guyot prima e dopo la potatura secca (fonte: Castaldi).*

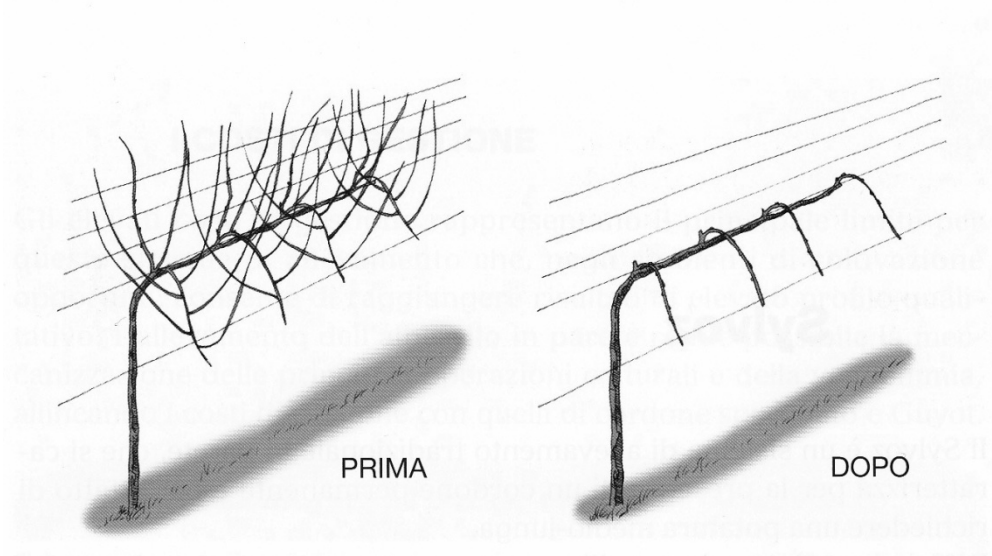
Per quanto riguarda i sesti d'impianto le distanze consigliate variano da 0,5 a 1 m circa sulla fila, e 2-3 m tra le fila in modo tale da consentire il passaggio delle macchine agricole.

Nelle condizioni ambientali e colturali che consentono un notevole sviluppo vegetativo è necessario ampliare la parete vegetativa. In tali situazioni si assiste a varianti della forma tradizionale, volte ad aumentare la produzione, come il Guyot bilaterale, il Guyot sovrapposto, la palmetta speronata (diffusa in Toscana, sulla quale vengono impostati vari Guyot a diversa altezza), il capovolto, denominato anche "alla cappuccina" (costituita dal ceppo che può raggiungere anche i 2 m, sul quale sono inseriti uno o due capi a frutto piegati verso il basso).

Data la forma delle strutture e della vegetazione non eccedenti i 2-2,2 metri, il Guyot ha il pregio di essere particolarmente adatto alla vendemmia meccanica con macchine scavallatrici a scuotimento orizzontale, anche in virtù del fatto che difficilmente viene danneggiato dagli organi battitori, a differenza dei cordoni permanenti dove esiste il rischio di rotture alla base dei tralci e di conseguenti danneggiamenti dei centri vegetativi.

### 3.7 Sylvoz

Il Sylvoz (*figura 25*) è un sistema d'allevamento tradizionale in parete, che si caratterizza per la presenza di un cordone permanente e per il fatto di richiedere una potatura medio lunga; risulta idoneo per assecondare una buona vigoria della pianta, indotta dal vitigno e dalle condizioni pedoclimatiche dell'ambiente di coltivazione. Questo sistema permette di ottenere produzioni quantitativamente sostenute e valide sotto il profilo qualitativo. Consente una netta separazione tra zona produttiva e quella di rinnovo, collocate rispettivamente al di sotto e al di sopra del cordone permanente.



*Figura 25. Vite a Sylvoz prima e dopo la potatura (fonte: Castaldi).*

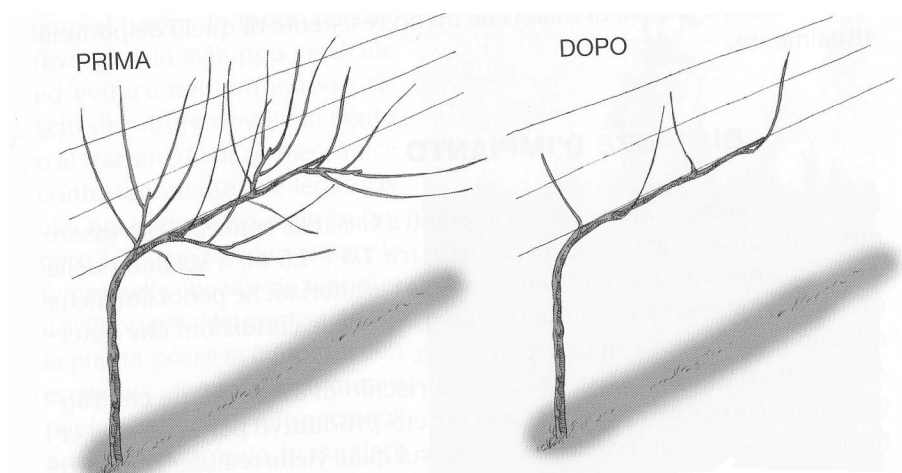
Il sistema a Sylvoz prevede un ceppo verticale alto 1,50-1,80 m che si prolunga in un cordone orizzontale, su cui si trovano i capi a frutto di 6-8 gemme ripiegati verso il basso e legati al filo inferiore della struttura. Gli archetti fruttiferi sono rinnovati annualmente, utilizzando un tralcio formatosi sulla curvatura del tralcio dell'anno precedente o da un breve sperone.

Data la netta separazione della zona produttiva, il Sylvoz ha il pregio di essere adatto alla vendemmia meccanica con macchine scavallatrici a scuotimento orizzontale, purchè l'altezza della controspalliera rimanga nelle misure compatibili con i mezzi in commercio; ovviamente, visto che le zone fruttifere sono molto ampie, sono richiesti un numero elevato di battitori e una maggior pulizia del vendemmiato.

Allo scopo di meccanizzare le operazioni di potatura invernale, riducendo ulteriormente i costi di gestione, dal Syloz è stato derivato il sistema a Casarsa, che ne ricalca comunque i principi e l'impostazione.

### 3.8 Casarsa

Il Casarsa, (*figura 26*) derivato dal Sylvoz, ideato e diffuso in Friuli, è un sistema di allevamento a cordone permanente e potatura medio lunga.



*Figura 26. Casarsa prima e dopo la potatura secca (fonte: Castaldi).*

Questa forma, diffusa soprattutto in zone fertili, prevede un tronco alto 1,6-1,8 m che prosegue in un cordone permanente orizzontale, su cui sono inseriti i capi a frutto normalmente raccorciati a 0,5-0,7 m e poi lasciati liberi.

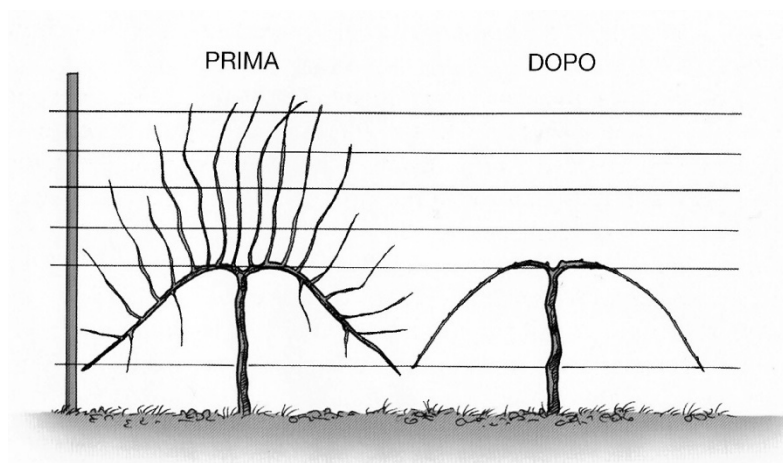
I tralci produttivi, prima sotto il peso dei germogli e poi dei grappoli, si piegano progressivamente verso il basso, mentre i germogli portati dagli speroni o dalle gemme basali dei capi a frutto si alzano attaccandosi alle strutture superiori; questo permette una miglior schiusura delle gemme basali e un gradiente di vegetazione più uniforme rispetto al Sylvoz.

Nel Casarsa, come per il Sylvoz, si distinguono una zona produttiva posta sotto il cordone e la zona di rinnovo sostenuta dai fili superiori; per facilitare questa separazione è comunque consigliabile l'operazione di "pettinatura" da effettuarsi a fine fioritura.

Sul Casarsa è possibile eseguire la vendemmia per scuotimento orizzontale e la potatura meccanica invernale, che necessita di una veloce rifinitura manuale per non determinare in eccessivo carico di gemme.

### 3.9 Archetto e Doppio capovolto

L'archetto è un sistema di allevamento che deriva dal Guyot modificato, è costituito dal ceppo, sul quale si inseriscono il capo a frutto piegato verso il basso e lo sperone; nei terreni più fertili e con vitigni vigorosi si lasciano due tralci formando il Doppio capovolto (figura 27).



*Figura 27. Doppio capovolto prima e dopo la potatura secca (fonte: Castaldi).*

Quest'ultimo è un sistema di allevamento in parete, derivato dalle alberate nelle quali i capi a frutto della vite erano sostenuti dai rami del tutore vivo e lasciati ricadere verso il basso.

Si tratta di un sistema assimilabile al Guyot a doppio archetto, dal quale si differenzia sostanzialmente per la maggior altezza del tronco, per i sesti d'impianto più ampi e per la conseguente maggior lunghezza dei tralci che vengono lasciati con la potatura. Concepito per la coltivazione della vite in terreni dotati di buona fertilità nonché per vitigni tendenzialmente vigorosi, è spesso utilizzato per il raggiungimento di produzioni sostenute, generalmente di non particolare pregio, vista la disomogenea maturazione dei grappoli in conseguenza della lunghezza e ricurvatura del capo a frutto.

Si adatta a tutti i vitigni a prescindere dalla fertilità delle gemme basali. Sul Doppio capovolto è possibile eseguire la vendemmia per scuotimento orizzontale, mentre non è consentito eseguire la potatura meccanica.

### **3.10 Tendone**

Il tendone è un sistema di allevamento inizialmente concepito per la coltivazione dell'uva da tavola, in seguito è stato adottato anche per le varietà da vino. È diffuso principalmente nelle regioni meridionali: Puglia e Abruzzo, ma anche in Lazio, Campania, Sicilia e Veneto. La superficie investita risulta in diminuzione a favore di Guyot e Cordone speronato, a causa degli elevati costi di impianto e di gestione, ma soprattutto della scarsa attitudine alla meccanizzazione delle operazioni colturali.

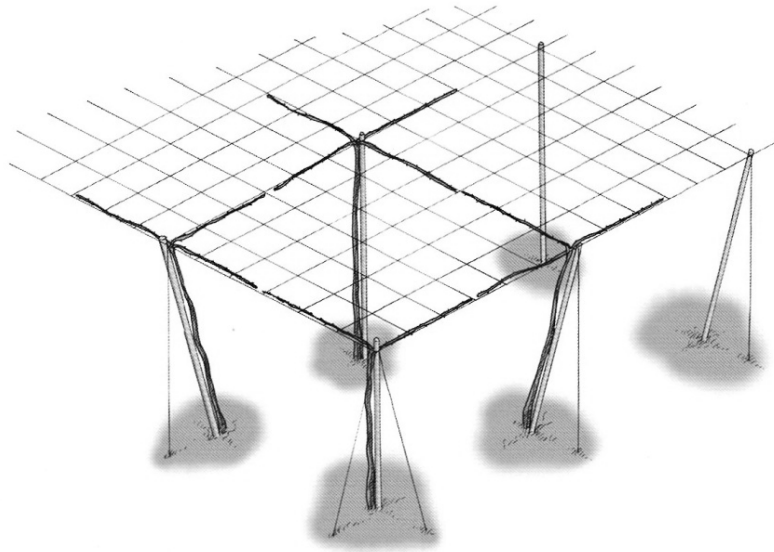
In questo sistema la vegetazione e la fruttificazione sono disposte in un piano orizzontale, nel quale la maggior parte dei grappoli pende al di sotto del tetto (*figura 28*).

Nella fase di produzione la vite a tendone è alta 1,80-2,20 m, dalla quale si dipartono in posizione orizzontale 3-5 capi a frutto; in questo modo si viene a costituire una copertura continua su tutto il terreno, che appoggia su un'impalcatura di pali e fili.

La scarsa possibilità di meccanizzazione rende la gestione di questo sistema di allevamento piuttosto onerosa, soprattutto se si mira a prodotti di elevato profilo qualitativo.

Al fine di contenere i costi sono state messe a punto vendemmiatrici meccaniche che, nonostante i risultati positivi conseguiti, sono ancora poco diffuse.

Al fine della vendemmia meccanica i tradizionali vigneti a tendone devono essere opportunamente modificati. Il primo intervento consiste nell'allontanare l'area produttiva dalla sommità dei ceppi, così da concentrare i grappoli al centro degli interfilari in una fascia produttiva corrispondente a quella esplorata dagli organi di raccolta delle vendemmiatrici progettate per questo sistema. Questo risultato si può ottenere allevando cordoni speronati permanenti al posto dei capi a frutto dei tendoni tradizionali oppure formando delle “spalle” orientate in direzione perpendicolare al filare e derivando da esse i capi a frutto (*Baldini et al, 2004*).



*Figura 28. Rappresentazione schematica dell'allevamento a tendone  
(fonte: Castaldi).*

### **3.11 Alberello**

L'alberello è uno dei sistemi di allevamento più antichi utilizzati per la coltivazione della vite.

È una forma d'allevamento in volume a ridotta espansione, che in generale non richiede sostegni, dato che l'apparato produttivo è solitamente molto prossimo al terreno. L'alberello è indicato per terreni di scarsa fertilità, particolarmente siccitosi, oppure per quelle zone dove è necessario adottare forme di allevamento a sviluppo ridotto e molto prossime al terreno, a causa di particolari condizioni ambientali.

È una forma di allevamento che consente un'alta densità di piante per ettaro, e tale ragione la rende interessante anche in molti altri comprensori viticoli dove non sussistono fattori limitanti di tipo climatico-ambientale.

In Italia è diffuso nelle regioni meridionali, in Puglia e Sicilia in particolare e in tutte le realtà viticole insulari da Pantelleria alle Eolie fino all'Elba.

Siccome richiede una potatura corta, si presta ad essere adottato per tutti i vitigni caratterizzati da una buona fertilità delle gemme basali, quali ad esempio Nero d'Avola, Primitivo, Zibibbo, Sangiovese, Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, Sauvignon.

La produzione, fortemente influenzata dal limitato sviluppo raggiunto, è normalmente ridotta, ma sempre di alta qualità o di elevata gradazione.

L'alberello ha assunto, nelle regioni in cui è stato impiegato, diverse tipologie, la cui distinzione e classificazione è possibile basandosi sul tipo di potatura adottata:

- potatura cortissima, a testa di salice;
- potatura corta (alberello pantesco, alberello pugliese o siciliano, alberello a vaso, alberello a ventaglio);
- potatura lunga (alberello alcamese);
- potatura mista (alberello alcamese, alberello marsalese, sistema imerese).

Questi tipi si differenziano, in sostanza, per la maggiore ricchezza di branche e di speroni lasciati sulla pianta (*figura 29*).



*Figura 29. Rappresentazione schematica di vite allevate ad alberello, da sinistra: classico, pugliese, a vaso, marsalese e appoggiato.*

Il più diffuso appare l'alberello a vaso, avente il tronco alto 0,3-0,4 m che si dirama in 1-4 branche portanti ognuna 1-2 speroni. La vite assume in tal modo uno sviluppo molto contenuto, per cui si adottano sesti d'impianto piuttosto ridotti.

Al fine di migliorare la possibilità di meccanizzazione, con riflessi positivi sul contenimento dei costi l'alberello può essere allevato in parete, con un tronco alto 0,3-0,35 m da quale dipartono 3 branche disposte a ventaglio nel piano del filare.

Solo in questo caso appare idoneo all'impiego di macchine vendemmiatrici per scuotimento orizzontale.

## ***SEZIONE II***

***Attuale situazione di mercato e diffusione delle  
vendemmiatrici***



## 4. TIPOLOGIA DI VENDEMMIATRICI

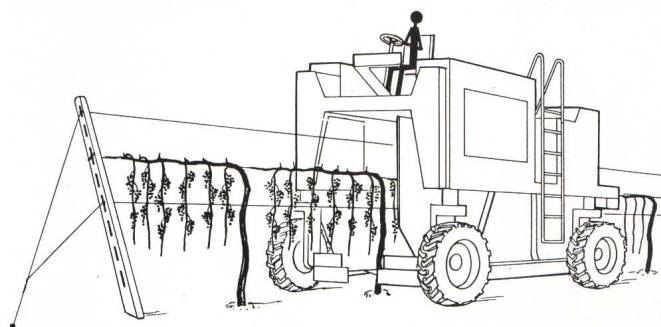
### 4.1 Principi di raccolta

La meccanizzazione della vendemmia è oramai un processo integrale in cui l'operatore svolge quasi esclusivamente un'azione di guida e controllo. In questa sede non considererò i numerosi esempi di meccanizzazione parziale, progettati per facilitare e migliorare l'azione degli operatori, che comunque svolgono totalmente o parzialmente la raccolta.

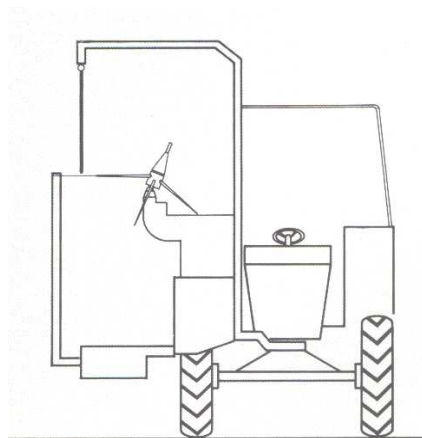
Oggi le vendemmiatrici moderne si distinguono in base al loro principio di raccolta:

- per scuotimento orizzontale (utilizzata su alberelli, controspalliere di vario tipo, Cordoni liberi) (*figura 30*);
- per scuotimento verticale (utilizzata su Doppie cortine, Cordoni liberi mobilizzati, controspalliere mobilizzate, Combi) (*figura 31*);
- per pulsazione verticale (adottata solo per il tendone) (*figura 32*).

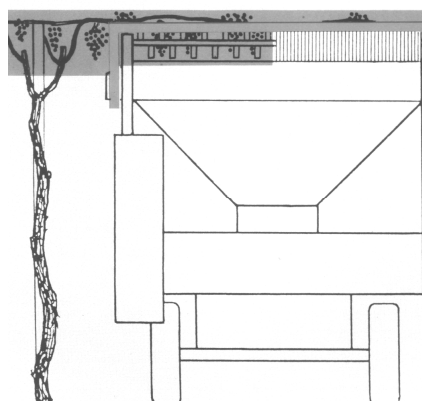
Le vendemmiatrici a scuotimento orizzontale hanno preso il sopravvento perché possono essere applicate a tutti i sistemi di allevamento a parete e sono meno costose. Ciò nonostante possono causare maggiori danni alle piante e maggiori perdite di prodotto rispetto alle vendemmiatrici a scuotimento verticale, poiché con lo scuotimento orizzontale i battitori colpiscono direttamente l'uva, provocando la rottura degli acini, un elevato imbrattamento delle foglie da parte del mosto e altri inconvenienti, rappresentati dalla defogliazione, dalla rottura dei tralci e speroni e dalla possibile perdita di gemme.



*Figura 30. Rappresentazioni schematiche di una vendemmiatrice a scuotimento orizzontale semovente (fonte: Baldini-Intrieri).*



*Figura 31. Rappresentazioni schematiche di una vendemmiatrice monofilare a scuotimento verticale portata per vigneti allevati a doppia cortina (fonte: Baldini-Intrieri).*



*Figura 32. Rappresentazioni schematiche di una vendemmiatrice a pulsazione verticale per i vigneti allevati a tendone (fonte: Baldini-Intrieri).*

#### **4.1.1 Vendemmiatrici a scuotimento orizzontale**

La tipologia di macchine a scuotimento orizzontale si divide in due gruppi: nel primo troviamo le vendemmiatrici trainate, che necessitano di una trattrice per poter operare (*figura 33*), nel secondo le vendemmiatrici semoventi, che hanno un proprio sistema di propulsione (*figura 34*).



*Figura 33. Vendemmiatrice trainata a scuotimento orizzontale.*



*Figura 34. Vendemmiatrice scavallante semovente a scuotimento orizzontale.*

Le prime sono le più diffuse in Italia perché meno costose e per questo più adatte alla tipologia delle aziende nazionali. Quelle semoventi sono macchine specifiche, costituite da telai porta attrezzi polivalenti, sui quali è possibile montare nebulizzatori, potatrici, legatrici e quant'altro; hanno un costo doppio rispetto alle macchine trainate. Sono macchine più ingombranti delle trainate ma più produttive e più agili.

Le vendemmiatrici a scuotimento orizzontale sono costituite da un telaio scavallante e una "testa di raccolta", formata da organi preposti all'intercettazione, al trasporto e alla pulizia e allo stoccaggio e scarico del prodotto (figura 35).



*Figura 35. Testata di raccolta di una vendemmiatrice a scuotimento orizzontale.*

La testata di raccolta è posta in un tunnel che avvolge il filare con lo scopo di intercettare e raccogliere il vendemmiato. Tutto l'insieme della testata di raccolta è incernierato al telaio portante della macchina, in modo da poter pendolare ed essere auto allineante: la testata è cioè completamente libera nei movimenti, risultando sospesa rispetto al telaio portante della macchina, grazie a varie soluzioni costruttive. Ciò consente alla testata di adattarsi continuamente alla diversa disposizione dei ceppi, senza impuntamenti o danneggiamenti.

Gli organi preposti al distacco dell'uva sono "scuotitori" sagomati e vincolati (per evitare il "colpo di frusta") che determinano il distacco degli acini e grappoli per impatto diretto contro la fascia produttiva (*figura 36*).

Le ditte costruttrici propongono scuotitori di svariate tipologie, più o meno curvate oppure lineari.

Le coppie di scuotitori possono essere regolate manualmente o automatizzate, con la possibilità di modificare i valori di alcuni parametri, come l'altezza di raccolta, il numero dei battitori, la loro ampiezza, frequenza, distanza e accelerazione in funzione delle diverse condizioni di raccolta.

Le più moderne vendemmiatrici consentono di realizzare la quasi totalità delle principali regolazioni dal posto di guida, agendo semplicemente su pulsanti di comando che facilitano il controllo di processo e la qualità della vendemmia (*figura 37*).



*Figura 36. Scuotitore sagomato ad arco.*



*Figura 37. Quadro di comando di una vendemmiatrice trainata di nuova generazione.*

In tutte le vendemmiatrici il prodotto che si distacca viene lateralmente contenuto dalle pareti del tunnel e inferiormente da un apposito dispositivo di ricezione, che può essere costituito da “scaglie mobili” o da “panieri” (*figura 38-39*); questi permettono il passaggio dei ceppi e dei pali e allo stesso tempo sono preposti all’intercettazione del prodotto, che viene poi scaricato sui nastri trasportatori laterali ed infine nella tramoggia.





*Figura 38. Gruppo di intercettazione a scaglie.*



*Figura 39. Gruppo di intercettazione a “panieri”.*

Le scaglie, in materiale plastico, possono essere rigide o morbide e possono avere disegno e forme differenti; sono dotate di ritorno automatico grazie ad un sistema di molle-ammortizzatore. L'inclinazione delle scaglie deve essere abbastanza accentuata, così da consentire al prodotto raccolto di riversarsi tempestivamente e con facilità sui nastri trasportatori.

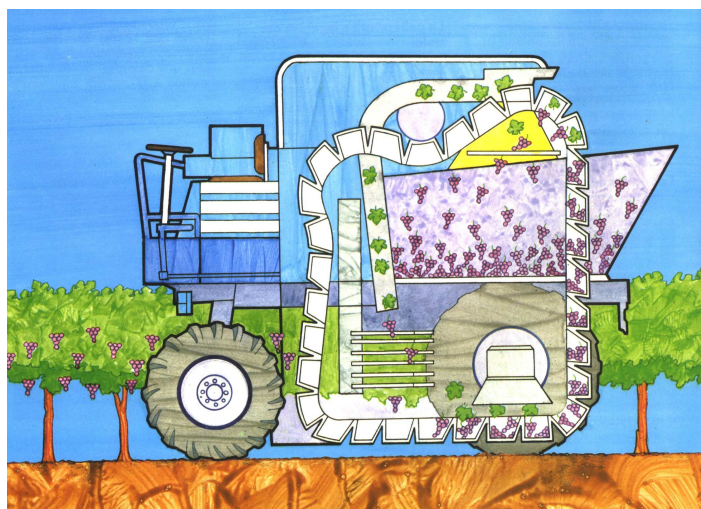
Questi ultimi trasportano il vendemmiato, previo intervento di pulizia, ai recipienti di raccolta situati davanti, dietro o ai lati della macchina (soluzione più adottata). I nastri trasportatori possono essere realizzati con materiali e forme diverse; alcune ditte propongono sistemi di trasporto simili a catenaria, costituiti da norie a tazze,

altre presentano nastri dotati di palette a tazze e rilievi trasversali che trattengono il prodotto nei canali di risalita.

La ditta Pellenc si è differenziata proponendo un singolo nastro trasportatore continuo (brevettato). I convogliatori bassi in acciaio inossidabile hanno una parte aperta posteriormente che consente l'estrazione e l'espulsione di corpi estranei lunghi (sarmenti, tutori, ecc). Il vendemmiato viene trasportato dai nastri continui a tasselli alti 70 mm, dotati di profili trapezoidali laterali che trattengono il prodotto nei canali di risalita preservandone la qualità.

Un diverso dispositivo di intercettazione, proposto da New Holland-Braud, è costituito da nastri a “panieri deformabili” in movimento, che si accoppiano in modo da avvolgere gli ostacoli presenti e che funzionano anche da trasportatori per il prodotto raccolto. I panieri si muovono con velocità uguale e contraria rispetto alla velocità di avanzamento della vendemmiatrice, risultando fermi rispetto alla pianta; ciò consente di ridurre sia i danni per sfregamento sui ceppi delle viti, sia le perdite a terra dovute all'apertura delle scaglie in corrispondenza di pali e dei ceppi stessi. Nel contempo svolgono il compito di trasportare l'uva verso il sistema di carico (tramoggia). Il sistema a panieri inoltre consente di raccogliere a soli 150 mm di altezza, grazie alla regolazione che agisce sul sistema di sollevamento indipendente dalla testata di raccolta o sul sistema di sollevamento della macchina.

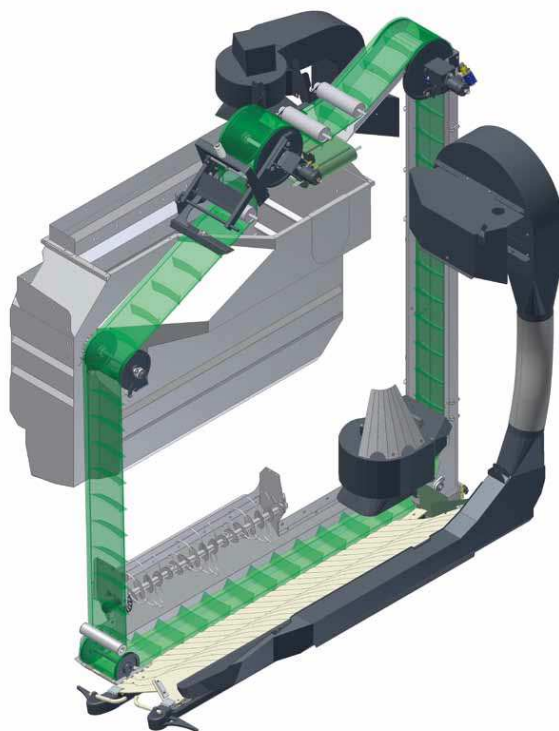
Questo gruppo di intercettazione e trasporto ha rivoluzionato la meccanizzazione della vendemmia ed è tuttora la soluzione ideale per garantire il massimo rispetto della vite e dell'uva trasportandola in modo delicato e senza abrasioni (*figura 40*).



*Figura 40. Gruppo di intercettazione e trasporto a “panieri”.*



I dispositivi, destinati a separare quanto più possibile l'uva dalle foglie e altre impurità, sono generalmente costituiti da due aspiratori posizionati uno per lato o nella parte inferiore o in quella superiore (sulle vendemmiatrici di maggiori capacità di lavoro sono disposti quattro ventilatori, due inferiori e due superiori) (*figura 41*). Gli aspiratori possono essere collocati sui tappeti orizzontali oppure sul passaggio tra due tappeti orizzontali a diversa quota; in quest'ultimo caso l'aspirazione delle foglie viene fatta in caduta. Spesso la velocità di rotazione degli aspiratori può essere regolata in continuo dal posto guida durante il lavoro, essendo azionati da motori idraulici. La pulizia del prodotto vendemmiato è uno dei problemi più delicati e difficili da risolvere, in quanto gli aspiratori devono essere regolati adeguatamente in modo da non asportare acini o mosto-libero ma solo foglie e corpi estranei.



*Figura 41. Schema dei dispositivi per la pulizia e il trasporto dell'uva.*

Tenendo conto che un'aspirazione intensa toglie meglio le impurità ma aumenta le perdite di mosto, sono stati realizzati dispositivi come i separatori a griglia, gli sgranatori lineari, le diraspatrici, i tavoli di scelta a rulli o altri sistemi che permettono di eliminare la totalità dei corpi estranei (sarmenti, legni secchi e raspi). Le vendemmiatrici a scuotimento orizzontale dispongono di due tramogge ribaltabili di capacità variabile da 1 a 2 m<sup>3</sup>, ciascuna disposte quasi sempre ai lati della

macchina in posizione da assicurare stabilità anche nei terreni in pendenza (*figura 42*). Appena sotto il livello massimo di capienza delle tramogge sono posizionate delle coclee orizzontali, che hanno il compito di distribuire il prodotto all'interno del contenitore, evitando pericolosi accumuli localizzati. Per evitare qualsiasi possibilità accidentale, anche remota, di inquinamento del prodotto con olio minerale, solitamente queste coclee sono azionate da motori elettrici e non idraulici.

La dimensione della tramoggia deve garantire la raccolta almeno di un filare; nel caso di filari molto lunghi le vendemmiatrici possono essere dotate di un braccio laterale che scarica il prodotto nel filare adiacente.



*Figura 42. Scarico del prodotto raccolto dalle tramogge della vendemmiatrice.*

In questa categoria possiamo inserire per similitudine le vendemmiatrici per i vigneti ad alberello (*figura 43*). Queste macchine scavallatrici sono dotate di pattini contrapposti, i quali sollecitano il ceppo con un moto oscillatorio trasversale (sistema a pulsazione), che viene trasmesso ai grappoli, provocando il distacco del prodotto.

Il prodotto vendemmiato in questa maniera in condizioni ottimali risulta poco contaminato da foglie e poco ammostato. Comunque, in certi casi, è necessaria la presenza di aste vibranti che esplorano la vegetazione e integrano il sistema a pulsazione del ceppo per completare la raccolta del prodotto pendente.

L'effetto combinato di pulsazioni e avanzamento può provocare lo scortecciamento e le lacerazioni dei ceppi.

Queste particolari vendemmiatrici sono state adottate solo in California su vecchi alberelli con ceppo particolarmente grosso, sui quali peraltro l'effetto combinato della pulsazione e dell'avanzamento della macchina può produrre scortecciamento e lacerazioni, per prevenire i quali i ceppi vengono talora protetti da guaine di plastica o metalliche (Baldini *et al*, 2004).



*Figura 43. Testata di raccolta a pattini contrapposti di una vendemmiatrice per vigneti ad alberello (fonte: Baldini-Intrieri).*

#### **4.1.2 Vendemmiatrici a scuotimento verticale**

Le vendemmiatrici a scuotimento verticale, diffuse principalmente in Emilia e in Veneto, sono meno utilizzate delle vendemmiatrici a scuotimento orizzontale, in quanto sono state messe a punto per operare su forme di allevamento a doppia cortina (GDC o Combi) o a parete semplice (Cordone libero mobilizzato e il Cordone speronato mobilizzato).

In Italia la prima macchina a scuotimento verticale fu realizzata nel 1971 dalla ditta Tanesini di Faenza.

Il mercato propone principalmente tre tipologie di vendemmiatrici a scuotimento verticale: quelle portate lateralmente ad un qualsiasi tipo di trattore (ruote o cingoli), le vendemmiatrici semoventi, che hanno un proprio sistema di trasmissione e infine



le vendemmiatrici trainate, oramai fuori produzione a causa della loro scarsa mobilità (*figura 44-45-46*).



*Figura 44. Vendemmiatrice monofilare portata lateralmente a scuotimento verticale.*



*Figura 45. Vendemmiatrice monofilare a scuotimento verticale semovente.*



*Figura 46. Vendemmiatrice monofilare trainata a scuotimento verticale.*

Il dispositivo di intercettazione è costituito di un battitore o aspo a stella pivotante a raggi obliqui, libero di ruotare in folle attorno al proprio asse ed animato di un moto alternativo verticale; viene posizionato al disotto e a contatto dei fili di sostegno, su cui sono fissati i capi a frutto della piante, e imprime al filo di sostegno delle sollecitazioni verticali che determinano il distacco anticipato rispetto al passaggio del battitore, evitando un contatto pericoloso per l'integrità degli acini.

Il numero e l'intensità delle sollecitazioni dipendono dalla regolazione del battitore e dalla capacità di trasmissione dei tralci. Aumentando la frequenza di battitura, le sollecitazioni crescono sino a raggiungere valori massimi, non superabili anche con un ulteriore incremento degli impulsi. L'effetto, giustificato dalla risonanza che si manifesta nella struttura elastica del vigneto, appare utile da un punto di vista operativo in quanto può limitare pericolosi eccessi per un'errata regolazione del battitore, finalizzando al meglio le vibrazioni trasmesse.

La struttura d'intercettazione del prodotto è costituita da un nastro trasportatore orizzontale, il quale interessa tutta la lunghezza della macchina che trasporta il prodotto ai nastri elevatori laterali ed infine alla tramoggia (*figura 47*). La pulizia del prodotto avviene per opera di un ventilatore centrifugo, posizionato nel punto di passaggio dei nastri elevatori. La pulizia può essere completata da uno stralciatore (piccola catenaria con denti elastici) che, operando prima del ventilatore, elimina parte dei tralci distaccati.

Il pigiato normalmente viene raccolto in una tramoggia anteriore, che viene scaricata periodicamente sulle testate del vigneto. Poco utilizzato è ormai lo scarico diretto in un rimorchio, trainato nell'interfilare adiacente o trainato posteriormente dalla stessa vendemmiatrice. Lo scarico laterale invece è largamente diffuso.



*Figura 47. Dispositivo di intercettazione e trasporto di una vendemmiatrice a scuotimento verticale.*

Oggi le vendemmiatrici verticali semoventi sono equipaggiate esclusivamente di cingoli al posto delle ruote, ciò assicura una miglior stabilità in qualsiasi condizione di terreno bagnato o con forti pendenze (fino al 45 %), una grande mobilità e facilità di manovra (*figura 48*).

Le macchine a scuotimento verticale operanti in Italia sono circa 160 e rappresentano circa il 6-7 % del parco vendemmiatrici totale.

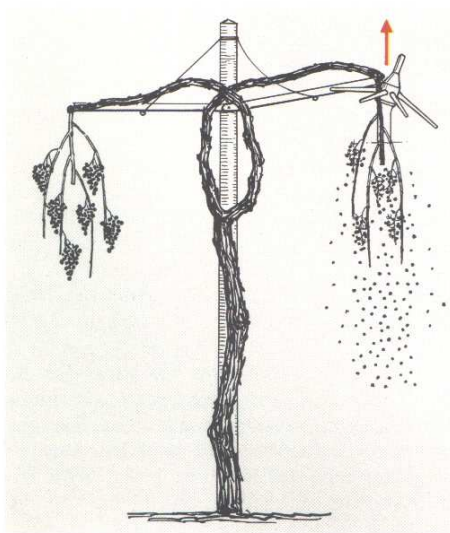
Queste vendemmiatrici, operando sul filo di sostegno delle cortine, provocano un minor danneggiamento della pianta e del vigneto e risultano più facili nella regolazione. Il contenimento dell'ammestamento del prodotto e della defogliazione è importante perché queste ultime sono la principale causa delle perdite "occulte", difficili da quantificare ma ben visibili, provocate dal mosto che imbratta la vegetazione o che viene eliminato dai sistemi di pulizia.



Come anticipato sono applicabili solamente a sistemi d'allevamento, come la doppia cortina (GDC) (*figura 49*), oltre ad altre forme opportunamente modificate, come il Cordone libero e il Cordone speronato mobilizzato. Sono macchine molto costose e richiedono una manodopera più specializzata.



*Figura 48. Vendemmiatrice semovente a cingoli.*



*Figura 49. Rappresentazione schematica del dispositivo di intercettazione operante sul GDC (fonte: Baldini-Intrieri).*



#### 4.1.3 Vendemmiatrici per vigneti a pergola e tendone

In seguito alle insoddisfacenti ricerche nel campo della vendemmia meccanica di vigneti a pergola e tendoni mediante barre falcianti, sono stati condotti studi per sperimentare altre metodologie, basate sulla percussione dei grappoli.

Successivamente la vendemmia meccanica di questi sistemi di allevamento si orientò verso sistemi di raccolta a cilindri vibranti, provvisti di lunghe appendici ad ago, che durante l'avanzamento sollecitano ritmicamente, con frequenze variabili fino a 770 cicli/minuto, la parte aerea della pianta, raggiungendo anche i grappoli posti al di sopra dei fili di sostegno del vigneto (*Baldini et al, 2004*).

Il sistema di raccolta attualmente diffuso è quello a pettini vibranti, regolabile in altezza e installato su un telaio semovente.

L'unica vendemmiatrice per tendone attualmente in commercio (costruita dalla ditta toscana Pulcinelli) (*figura 50*) è una macchina semovente le cui parti fondamentali sono:

- apparato di raccolta;
- apparato di intercettazione e trasporto del prodotto;
- apparato di pulizia del prodotto.



*Figura 50. Vendemmiatrice semovente per tendone.*

L'apparato di raccolta è costituito da telaio rettangolare in piano orizzontale, che funziona da tramoggia per il convogliamento del prodotto, all'interno del quale sono fissati dei pettini disposti trasversalmente alla direzione di avanzamento della macchina, i cui denti sono costituiti da bacchette in materiale sintetico, inclinate verso il retro della macchina rispetto al piano verticale. Tali bacchette durante il

funzionamento sono dotate di moto vibratorio ad una frequenza che può raggiungere i 700 cicli al minuto.

Le vibrazioni delle bacchette sono determinate dal moto rotatorio oscillatorio dei pettini intorno all'asse del loro supporto ottenuto con trasmissione ad eccentrici. L'ampiezza di oscillazione è di circa 260 mm all'estremità delle bacchette, le quali trasmettono la vibrazione alla struttura orizzontale del vigneto, provocando il distacco del prodotto, per la maggior parte in acini.

La tramoggia è dotata a sua volta di un movimento oscillatorio a bassa frequenza, che le permette di alzarsi ed abbassarsi alternativamente insieme ai pettini, evitando che le bacchette possano entrare in contrasti pericolosi con gli elementi della struttura del vigneto e della pianta. Il prodotto distaccato cade verticalmente su un nastro trasportatore orizzontale e viene convogliato verso l'apparato di pulizia, costituito da due aspiratori, che provvede ad eliminare le impurità costituite da foglie e elementi di tralci. Un elevatore a nastro provvede infine a convogliare il prodotto verso un contenitore che segue la macchina. Il contenitore può far parte di un rimorchio trainato dalla stessa vendemmiatrice o di un carrello semovente che si muove a ridosso della macchina. Il contenitore, una volta riempito, viene o scaricato in un camion alla capezzagna o sostituito con uno vuoto.

Il cantiere di lavoro di raccolta fino ai bordi del campo prevede, in condizioni normali di lavoro, l'impiego di un solo operaio trattorista per la guida della macchina nel caso di utilizzo del rimorchio trainato e di un secondo operaio trattorista nel caso di utilizzo del carrello semovente. Anche nel primo caso è previsto comunque l'impiego di un secondo operaio come assistente al rimorchio e come aiuto nelle manovre previste per la sostituzione del carrello pieno con quello vuoto. Il moto ai vari organi della macchina viene ottenuto esclusivamente con trasmissioni idrauliche, che permettono una regolazione continua e quindi l'individuazione della migliore condizione di funzionamento per qualsiasi condizione in cui la macchina si trova ad operare. In particolare è importante regolare la frequenza dei battitori e la velocità di avanzamento in funzione del tipo di vitigno e della quantità del prodotto pendente, nonché della sua uniformità di distribuzione. Il telaio dei battitori è supportato da martinetti idraulici indipendenti che permettono sia lo spostamento verticale per l'adattamento dei battitori all'altezza del vigneto, sia l'inclinazione trasversale per vigneti a tetto inclinato. L'altezza dei battitori è variabile da 1,80 a 2,50 m. Il vettore della macchina è a

quattro ruote motrici a trasmissione idrostatica e cambio di velocità a due gamme, con velocità variabili con continuità sia in avanti che indietro. Le marce lente variano da 0 a 4 km/h e le marce veloci variano da 0 a 15 km/h. La macchina è dotata di sterzo con idroguida e impianto di frenatura a bagno d'olio. L'avantreno è stato collegato al telaio posteriore con giunto a snodo sferico articolato, che permette, oltre che alle quattro ruote di rimanere sempre a contatto del suolo, di diminuire ulteriormente il raggio di sterzata del veicolo, in quanto l'articolazione dà la possibilità all'assale delle ruote anteriori di ruotare rispetto all'assale delle ruote posteriori e questo viene ottenuto con un martinetto idraulico comandato dall'operatore. Tutte queste caratteristiche consentono di ottimizzare la manovrabilità della vendemmiatrice, che ha quindi la possibilità di adattarsi anche a terreni che si trovano nelle condizioni morfologiche peggiori per quel che riguarda le irregolarità del suolo, la pendenza e gli spazi di manovra ai bordi del campo (la girata può essere effettuata con continuità in capezzagne della larghezza di 4 metri). La macchina è disponibile in larghezza diversa dell'apparato di raccolta, in relazione alla larghezza dell'interfilare e della fascia a frutto del vigneto. Queste vendemmiatrici sono diffuse principalmente in Abruzzo e in Puglia, dove sono presenti le forme di allevamento a tendone o pergola.

## **4.2 La regolazione della vendemmiatrice**

La regolazione della vendemmiatrice è sicuramente l'operazione più importante e difficile di tutta la raccolta perché condiziona il risultato della vendemmia nelle rese di raccolta, nella qualità del prodotto e nella salvaguardia del vigneto (*Intrieri et al, 1990; Pezzi et al, 2005*).

Gli studi e le esperienze effettuate hanno ampiamente dimostrato l'importanza fondamentale di una buona regolazione; ovviamente non è possibile indicare regole precise per ogni situazione in quanto molte sono le variabili che entrano in gioco. Qui di seguito vengono esposti i più importanti elementi di regolazione:

- altezza di raccolta;
- numero dei battitori;
- distanza tra gli scuotitori;
- frequenza del battitore;

- velocità di avanzamento;
- regolazione dei sistemi di pulizia;
- velocità dei nastri;
- regolazione della testata di raccolta.

L'altezza di raccolta viene valutata in rapporto al terreno e all'estremità inferiore dei grappoli più bassi; è solitamente di 250-300 mm da terra per lasciare un adeguato spazio al gruppo di intercettazione e trasporto della macchina.

Le due serie di scuotitori che possono essere installati sulla testata di raccolta devono agire solo sulla zona fruttifera ed essere sufficienti ma il più contenuto possibile per scuotere meno la pianta; infatti un numero troppo elevato di scuotitori determina una maggior defogliazione delle piante, con un conseguente aumento delle perdite per ammassamento. Le coppie di scuotitori normalmente sono in numero variabile da 5 a 11; all'occorrenza è possibile smontarle o disattivarle per lasciare operative solamente le coppie che scorrono sulla fascia produttiva.

La distanza fra le due serie di scuotitori viene regolata all'inizio del vigneto in funzione dello spessore della parete vegetativa e delle strutture di sostegno (*figura 51*).



*Figura 51. Battitore con scuotitori curvi.*

La regolazione che risulta di maggior rilievo rispetto alle altre, è la frequenza di battitura, ovvero il numero dei battiti al minuto, normalmente compresa tra 400-600 colpi/minuto, e può essere aumentata e diminuita in funzione della velocità di avanzamento e alla facilità di distacco degli acini.

Quest'ultimo parametro influenza in maggior misura la qualità del lavoro, incidendo in modo diretto sulla percentuale di defogliazione delle viti e su quella di ammostamento del prodotto.

L'altra regolazione fondamentale è la velocità di avanzamento che è strettamente legata alla frequenza di battitura e deve essere quella massima in grado di permettere alla macchina il distacco, la pulizia e il carico di prodotto, mantenendo un bassa incisività nei confronti della pianta.

La regolazione dei ventilatori di pulizia del prodotto viene fatta in funzione dello stato della raccolta, cioè si cerca un punto di compromesso tra la pulizia del prodotto e le perdite di mosto: all'aumentare del grado di pulizia incrementano le perdite di mosto, che tra l'altro tende a bagnare le foglie.

La velocità dei nastri di trasporto del vendemmiato viene incrementata all'aumentare della produttività del vigneto, controllando tuttavia che tale incremento di velocità non vada a scapito della qualità del prodotto, soprattutto come maggiore grado di ammostamento.

Una innovazione tecnologica che caratterizza molte delle moderne macchine vendemmiatrici consiste nella possibilità di controllare e modificare in corso d'opera, mediante computer di bordo direttamente dal posto guida, molti parametri di funzionamento della testata di raccolta (distanza, ampiezza, frequenza di battitura, ecc.); è possibile anche programmare questi parametri in maniera differenziata in prossimità dei pali, rilevati a mezzo di appositi sensori elettronici, variare la frequenza di battitura in maniera proporzionale alla velocità di avanzamento, per mantenere costante il numero di oscillazioni per metro di filare, anche in caso di rallentamenti (*figura 52-53*).

Molto interessante si è dimostrato il controllo dell'assetto della testata di raccolta per quanto riguarda l'allineamento sul filare e la corrispondenza con la fascia produttiva attraverso lo spostamento in altezza ed il disassamento delle ruote, per compensare, nel lavoro in collina, pendenze trasversali o longitudinali.

La complessità del sistema richiede però molta professionalità da parte dell'operatore, condizione necessaria per assicurare al raccolto elevato livelli qualitativi.

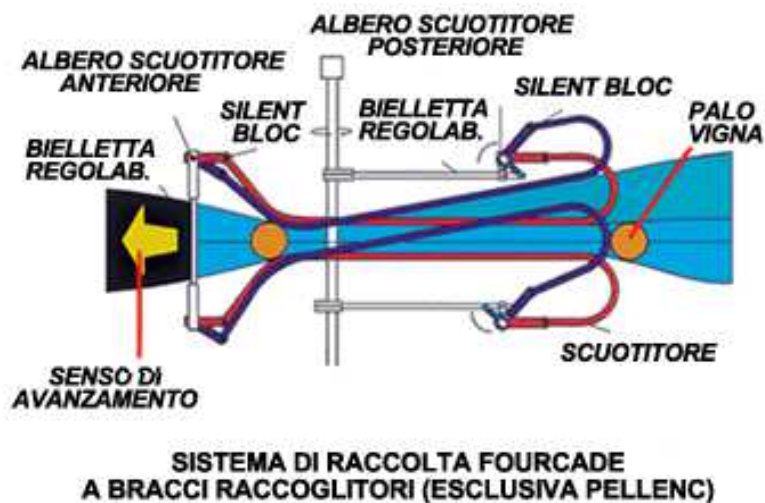


Figura 52. Regolazione organi di raccolta automatizzate (Smart System, Pellenc).

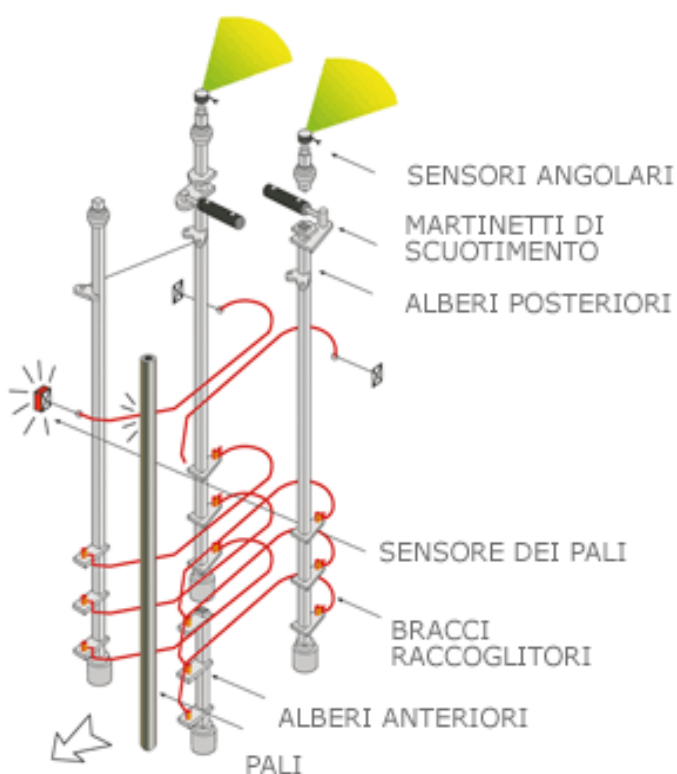


Figura 53. Regolazione organi di raccolta automatizzate (Smart System, Pellenc).

Nelle vendemmiatrici a scuotimento verticale la regolazione è più semplice, anche se è impegnativo per l'operatore osservare la posizione del battitore a stella rispetto al filo di sostegno del capo a frutto. Infatti è fondamentale che il battitore sia posizionato sempre in tensione sul filo di sostegno e questo richiede una differente regolazione alle estremità del filare rispetto a quella richiesta nelle posizioni centrali. Naturalmente anche nello scuotimento verticale è indispensabile regolare correttamente la frequenza del battitore, la velocità di avanzamento e il ventilatore per la pulizia.

### Controlli funzionali delle vendemmiatrici

I controlli sull'operatività delle vendemmiatrici possono essere molto semplici, come ad esempio la valutazione delle sole perdite visibili, o più completi valutando altri parametri caratteristici della raccolta. In ogni caso sono la premessa per migliorare le rese produttive e i livelli qualitativi delle uve vendemmiate a macchina.

La valutazione potrebbe interessare i seguenti parametri:

- produzione raccolta;
- il grado di defogliazione, quantificato misurando la densità fogliare generalmente prima e dopo il passaggio della macchina oppure mediante tecniche di analisi dell'immagine su fotogrammi acquisiti da due fotocamere poste sulla vendemmiatrice;
- il grado di ammostamento del prodotto, valutato mediante sgrondo della massa raccolta;
- presenza di impurità vegetali o non nelle uve raccolte;
- le perdite visibili, rappresentate dal prodotto caduto a terra e rimasto sulla pianta dopo il passaggio della macchina;
- le perdite "occulte", non visibili, rappresentate dal mosto aderente alle foglie rimaste sulla pianta e da quello disperso sugli organi di pulizia della macchina.

### **4.3 I modelli di vendemmiatrici in commercio in Italia**

Secondo un'indagine da me condotta presso i costruttori rivenditori italiani, nel 1999 in Italia operavano circa 700 vendemmiatrici, mentre oggi, secondo le informazioni avute, sono oltre 2.600 le vendemmiatrici in opera (*fonte costruttori/rivenditori italiani 2012*), suddivise tra 2.200/2.300 trainate e 300/400 semoventi.

La diffusione sul territorio nazionale delle vendemmiatrici vede Toscana, Veneto, Emilia Romagna, Sicilia e Friuli Venezia Giulia tra le regioni in cui è concentrata la quasi totalità di macchine.

Sono poco più di dieci le ditte costruttrici, che si contendono un mercato che richiede circa 170-190 macchine l'anno e l'offerta è in crescita sia per marche che per modelli.

Oggi tutti i costruttori offrono qualche particolare originale, dal sistema di scuotimento all'allineamento rispetto al filare, agli organi di pulizia, quali aspiratori o diraspatori, fino al software di gestione e alle regolazioni della velocità dei tappeti attraverso joystick.

La concorrenza sempre più spinta ha fatto in modo che le ditte costruttrici differenziassero le loro macchine soprattutto in questi particolari.

L'indagine che segue prende in esame tutte le più importanti vendemmiatrici oggi presenti sul mercato italiano, illustrando le principali differenze, le specifiche tecniche e i prezzi di listino.

La prima caratteristica da sottolineare è la decisa derivazione transalpina di queste macchine. Secondo la stima degli esperti la graduatoria vede, in ordine di fatturato, la ditta Volentieri-Pellenc al primo posto, seguono New Holland-Braud, prima nella produzione delle semoventi; il bronzo se lo aggiudica il costruttore francese Gregoire. Seguono a distanza ravvicinata Alma e Ero.

Leader nello scuotimento verticale si conferma la ditta Tanesini Technology, marcata stretta dalla Paterlini e Metal Gei (ex Carpenfer).



## ***Vendemmiatrici a scuotimento orizzontale***

Le vendemmiatrici presenti in Italia operano soprattutto per scuotimento orizzontale in quanto i vigneti sono generalmente rappresentati da sistemi a contropalliera (Guyot, Cordone speronato, Cordone libero, Casarsa).

Questo mercato, senza alcun dubbio quello più agguerrito, si divide abbastanza equamente tra vendemmiatrici trainate e semoventi.

La loro produttività è sempre maggiore, con un'ampia offerta di modelli che permettono di ridurre i tempi di raccolta, abbassando in modo significativo i costi di produzione.

### **VOLENTIERI-PELLENC**

La società francese Pellenc, leader della vendemmia meccanizzata, distribuisce e commercializza in Italia le proprie macchine attraverso la ditta toscana Volentieri-Pellenc.

L'offerta Volentieri-Pellenc comprende tra le vendemmiatrici trainate la gamma 3000, disponibile in 2 modelli, la gamma 8000, disponibile in 2 modelli (*figura 54*), mentre tra le vendemmiatrici semoventi la gamma 8000 disponibili in 7 modelli (*figura 55*).



*Figura 54. Vendemmiatrice trainata modello 8090.*



*Figura 55. Vendemmiatrice semovente gamma 8000.*

Il punti di forza delle vendemmiatrici Pellenc sono da ricercare: nell'ormai noto dispositivo Activ', che permette di mantenere la testata di raccolta simmetrica al filare e indipendente alla motrice, nel sistema di convogliamento continuo Pellenc a singolo nastro trasportatore e nel sistema di pulizia del prodotto assicurato dalla nuova testata Selectiv'Process, nella quale sono inseriti quattro principi brevettati complementari e successivi.

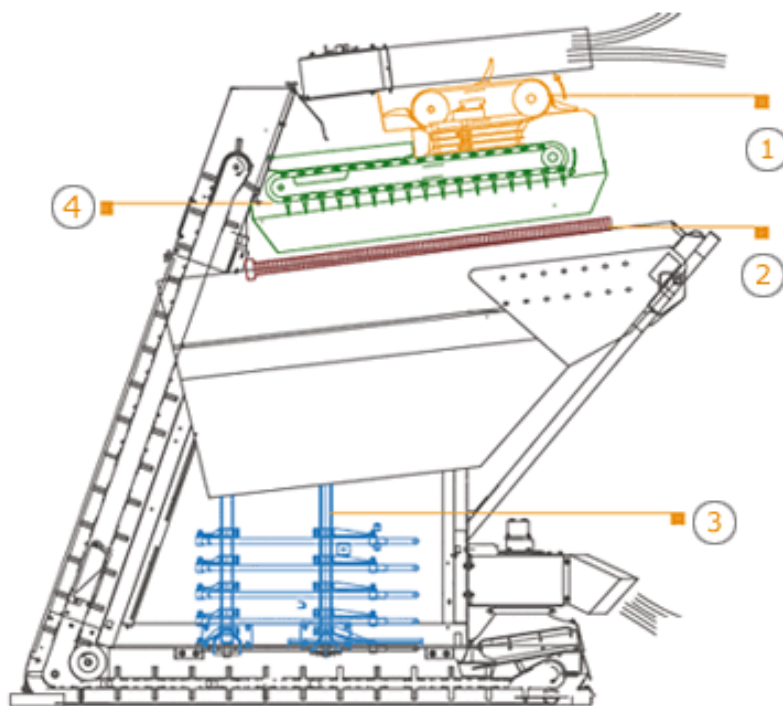
Tutti i modelli sono provvisti del sistema Activ' per l'autocentraggio della testata di raccolta sul filare. Due tastatori posti sotto i convogliatori regolano automaticamente l'altezza di lavoro impostata, svincolando l'operatore da questo impegno.

Il sistema di convogliamento Pellenc è costituito, su ciascuna parte della macchina, da un singolo nastro trasportatore continuo (brevettato).

I convogliatori bassi in acciaio inossidabile hanno una parte aperta posteriormente che consente l'estrazione e l'espulsione di corpi estranei lunghi (sarmenti, tutori, ecc).

La vendemmia viene trasportata da due nastri continui a tasselli alti 70mm, dotati di profili trapezoidali laterali che trattengono il prodotto nei canali di risalita. Il gruppo di intercettazione del prodotto è costituito da due file di scaglie mobili, che scaricano su due nastri continui, posizionati ai lati della macchina.

Il cuore delle vendemmiatrici Pellenc è la testata Selectiv'Process (figura 56), nata per rispondere alle esigenze dei viticoltori che richiedono macchine in grado di garantire un livello di pulizia paragonabile a quello ottenibile mediante la raccolta manuale. Il sistema è in grado di adeguarsi bene alle diverse forme di allevamento. Nella testata di vendemmia sono stati inseriti quattro principi brevettati complementari e successivi: il sistema di raccolta con Smart System, il separatore foglie a griglia con aspiratore di separazione Trieur, lo sgranatore lineare ad alta frequenza e la tavola di scelta a rulli motrici.



*Figura 56. Testata Selectiv'Process nella quale sono stati inseriti quattro principi brevettati, complementari e successivi: 1. sgranatore lineare ad alta frequenza, 2. tavola di scelta a rulli motrici, 3. sistema di raccolta con Smart System, 4. separatore a griglia con aspiratore.*

La regolazione dei battitori viene controllata attraverso lo Smart System, introdotto nel 1997. Questo sistema permette di controllare e regolare in modo indipendente, direttamente dalla tastiera presente in cabina, i quattro parametri degli elementi di scuotimento: ampiezza, frequenza, apertura e accelerazione (figura 57).

Il sistema inoltre è in grado di mantenere la medesima qualità di vendemmia anche variando la velocità di avanzamento, grazie alla possibilità di cambiare in

automatico la frequenza dello scuotimento. Il sistema, infine, è in grado di variare il funzionamento della macchina in prossimità dei pali del vigneto, adeguando l'intensità di scuotimento in funzione del segnale inviato da un sensore di localizzazione dei pali stessi (figura 58).



Figura 57. Sistema di scuotimento controllato elettronicamente dalla tastiera (Smart System)

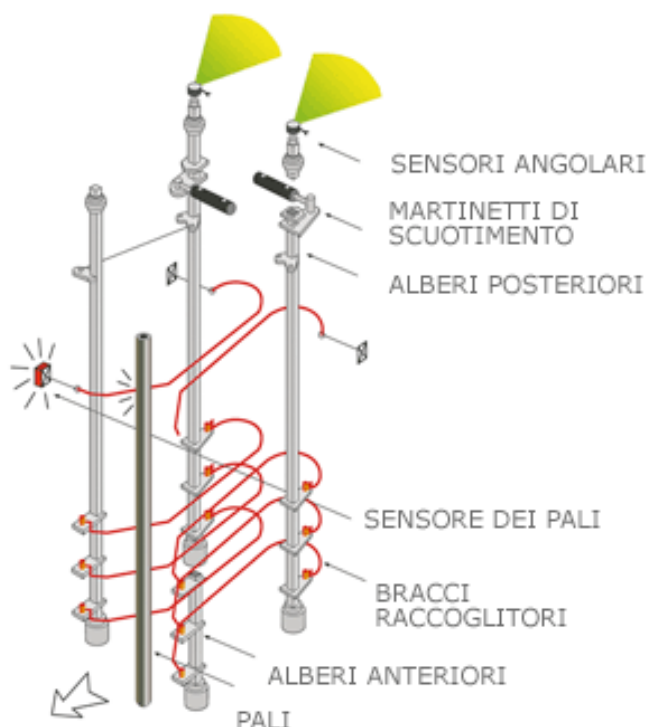


Figura 58. Sistema di scuotimento controllato elettronicamente “Smart System”.

Le vendemmiatrici Pellenc utilizzano scuotitori ad aste parallele (*figura 59*) che attraversano alternativamente l'asse del filare, il quale viene costretto a comprimersi ed oscillare nel canale creatosi fra le aste.



*Figura 59. Tunnel di raccolta ad aste parallele.*

Una alternativa allo Smart System è il sistema di scuotimento Easy Smart, che, grazie al nuovo design degli scuotitori con un solo albero di movimentazione posteriore, garantisce un rispetto dell'uva e delle piante anche su una fitta vegetazione (*figura 60*).

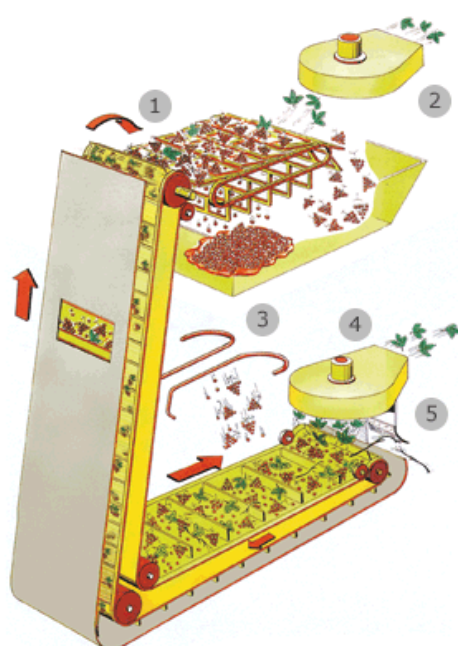


*Figura 60. Sistema di scuotimento Easy Smart.*



Il sistema di pulizia è costituito da due aspiratori, uno basso, posto al termine della parte orizzontale del nastro trasportatore, e un secondo, posto in alto subito dopo il separatore a griglia brevettato Trieur (*figura 61*).

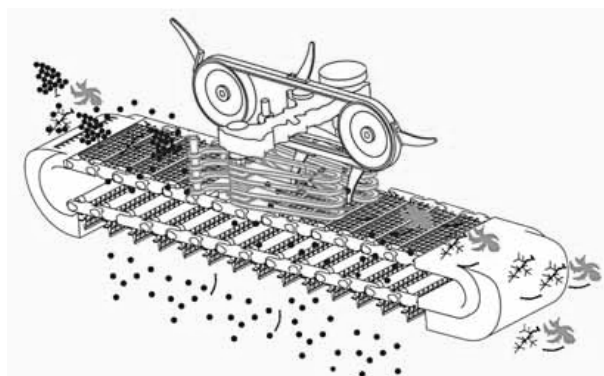
L'uva caduta sul tappeto di raccolta viene convogliata verso un primo aspiratore che permette di eliminare la prima parte delle foglie. Successivamente il tappeto trasporta l'uva nella zona superiore in un separatore rotante grigliato, dove è presente un secondo aspiratore che effettua un'ulteriore eliminazione delle foglie. L'espulsione dei tralci avviene da un'apertura posta tra l'aspiratore e la griglia. L'apertura resta chiusa per la depressione creata dall'aspiratore e si apre solo all'uscita dei tralci.



*Figura 61. Sistema di pulizia del prodotto Trieur: 1. separatore a griglia, 2. aspiratore alto 3. scuotitori, 4. aspiratore basso, 5. espulsione corpi lunghi.*

Ma le principali novità della testata Selectiv' Process sono costituite dal diraspatore lineare ad alta frequenza e dalla tavola di scelta a rulli motrici alloggiata sopra le benne.

La prima parte della testata è costituita da un aspo, che immette i grappoli interi nello sgranatore lineare costituito da 8 dita sgranatrici vibranti le quali permettono la separazione degli acini dai raspi senza lacerarli (*figura 62*); il tutto va ad integrarsi in modo complementare con il separatore a griglia e l'aspiratore alto del sistema Trieur.



*Figura 62. Schema del diraspatore lineare ad alta frequenza posizionato sopra al separatore a griglia.*

Il secondo sistema, il tavolo di scelta a rulli (*figura 63*), è posto sotto al separatore a griglia e permette di eliminare la totalità dei corpi estranei (sarmenti, legni secchi e raspi). Questo si compone di due differenti zone: nella prima sono presenti rulli pieni a tacche che girando orientano e guidano i piccioli verso l'esterno; la seconda zona, invece, è costituita da rulli a sezione concava che lasciano passare gli acini i quali vengono raccolti dalle sottostanti benne, mentre i residui, costituiti da piccioli, raspi, ecc., vengono espulsi lateralmente e cadono nell'interfilare.



*Figura 63. Tavola di scelta a rulli alloggiato sopra le benne.*

La presenza dei due sistemi di selezione non influenza negativamente la velocità di raccolta rispetto a una vendemmiatrice Pellenc standard. Inoltre l'incidenza in peso

è limitata; infatti la presenza dello sgranatore lineare ad alta frequenza e della tavola di scelta a rulli motrici, alloggiata sopra le benne, determina un incremento in peso di circa 300 kg.

L'introduzione di questi due nuovi principi di selezione ha portato ad una maggiore qualità dell'uva in cantina.

La gamma 8000 delle vendemmiatrici semoventi Pellenc sono concepite per trasformarsi in multifunzioni in modo molto rapido e semplice, offrendo al viticoltore la possibilità di utilizzo del portattrezzi durante tutto l'anno, abbassando così i costi d'ammortamento.

Il numero di vendemmiatrici Pellenc operanti in Italia è di circa 1.200 unità, mentre il numero di macchine vendute nell'ultimo anno è di circa 120 unità, delle quali 30 sono semoventi. Nella tabella 3 ho riassunto i modelli disponibili in Italia.

<b>PELLENC</b>				
<b>Modello</b>	<b>Tipo</b>	<b>Potenza (kW)</b>	<b>Capacità vasche (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Prezzo base (€)</b>
3045	Trainata	44	2x1	69.000
3050 Smart-A	Trainata	59	2x1,2	96.000
8050 Easy Smart	Trainata	55	2x1,4	104.500
8090 Selectiv'Process	Trainata	66	2x1,4	127.500
Gamma 8000	Semoventi	74/127	2x1/2x1,7	172.000-234.000

*Tabella 3. Vendemmiatrici Pellenc in commercio in Italia.*

## **NEW HOLLAND AGRICOLTURE**

Dall'avvento della vendemmia meccanizzata, New Holland-Braud è leader indiscusso delle vendemmiatrici semoventi, con una quota di mercato superiore al 50 %. Dal 1974 sono più di 14.000 le vendemmiatrici New Holland-Braud vendute nel mondo.

Nel 1984 Braud ha inventato le vendemmiatrici polivalenti, utilizzabili in altri impieghi oltre alla raccolta.

Oggi le vendemmiatrici New Holland-Braud sono in grado di svolgere tutti i lavori eseguibili a macchina nei vigneti, permettendo così di ottimizzare i costi di produzione.



L'offerta di vendemmiatrici semoventi New Holland permette di rispondere a molteplici realtà produttive:

- serie 9000X adatta per vigneti larghi ed extralarghi;
- serie 9000M per vigneti medi in grado di lavorare su larghezze che variano da 1,5 a 1,8 m. Il modello VM3080 è invece ideale per i vigneti medi con un interfilare minimo di 1,3 m ed ha una luce libera da terra di 1,8 m. La testata di raccolta può essere smontata dall'automotore e sostituita con un'irroratrice;
- serie VN 2080 per vigneti stretti con telaio capace di scavallare due file contemporaneamente, adattabile idraulicamente ad interfile da 0,95 a 1,50 m;
- serie 9000L, distinta in sottoserie, costituita da modelli in grado di lavorare su interfilari larghi di oltre 1,8 m di distanza (*figura 64*). La serie 9000 L, con luce libera da 2,00 a 2,60 m. può operare in vigneti standard, mentre la serie 9000 L H, con luce libera da 2,40 a 3,00 m., può operare in particolari aree con forme di allevamento molto espanse. I modelli VL5060 e VL5080 sono particolarmente indicati per i vigneti larghi con un interfilare minimo di 1,6 m ed hanno una luce libera da terra di 1,95 m.

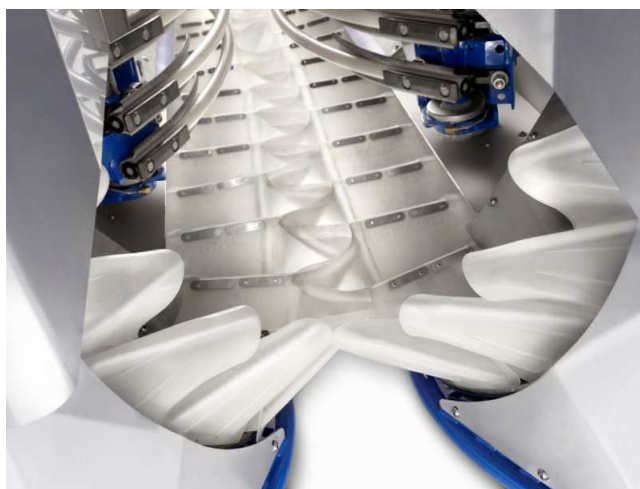


*Figura 64. Vendemmiatrice semovente serie 9000L.*

Il punti di forza delle vendemmiatrici New Holland sono da ricercare: nell'ormai noto sistema di raccolta a "panieri", nel sistema di scuotimento orizzontale SDC (a dinamismo controllato) con innesco e il disinnesco rapido degli scuotitori, nel

sistema di pulizia del prodotto che, oltre agli aspiratori standard, può essere dotato di un diraspatore-separatore brevettato Socma il quale assicura un prodotto perfettamente pulito e infine nel sistema di gestione intelligente delle vendemmiatrici IMS.

Il sistema di raccolta è basato sui “panieri” che vanno a costituire un gruppo unico di intercettazione e trasporto del prodotto. I panieri hanno forma svasata e sono realizzati in polimeri alimentari morbidi, in modo da chiudere lo spazio a terra ed adattarsi al tronco della vite riducendo così le perdite (*figura 65*).



*Figura 65. Particolare dei panieri preposti alla raccolta dell'uva.*

Il sistema di raccolta è formato da due serie di norie continue, che hanno un avanzamento pari a quello della macchina, ma in senso contrario, tale da risultare ferme in corrispondenza del piede della vite. Questo sistema circolare porta i panieri in alto dove, rovesciati, scaricano il prodotto integro nelle due tramogge; ha rivoluzionato la meccanizzazione della vendemmia ed è tuttora la soluzione ideale per garantire il massimo rispetto della vite e dell'uva trasportandola in modo delicato e senza abrasioni all'apparato corticale (AA.VV.,2008)

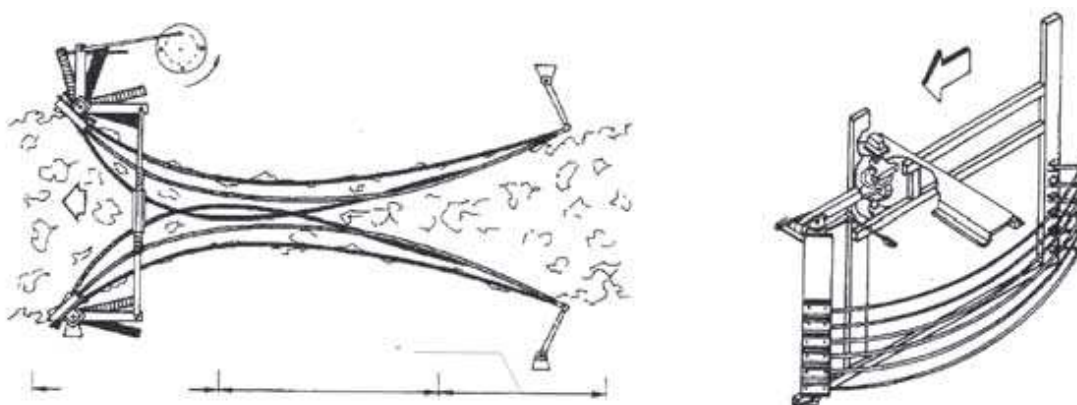
Il sistema di scuotimento è di tipo orizzontale Braud SDC (Shaking Driver Control), a dinamismo controllato con aggancio posteriore flessibile e innesto anteriore rapido, scuote e stacca delicatamente i grappoli. Ogni scuotitore è indipendente ed è agganciato posteriormente con un sistema di fissaggio flessibile che non richiede manutenzione. Questo sistema consente di controllare perfettamente l'azionamento degli scuotitori con la massima flessibilità operativa,

migliorando ulteriormente le prestazioni complessive del sistema di scuotimento, per una vendemmia delicata. Gli scuotitori possono essere rapidamente e facilmente attivati o disattivati, in funzione della collocazione dei grappoli.

Le testate di raccolta sono oscillanti e autolivellanti per migliorare la qualità della raccolta.

La disposizione ad imbuto della sezione di scuotimento consente un'entrata graduale del prodotto nella macchina, mantenendolo in contatto permanente con gli scuotitori nella zona attiva, mentre nella parte centrale gli scuotitori sono praticamente paralleli fra di loro, formando una zona attiva più estesa che consente di aumentare notevolmente la velocità di avanzamento, con una frequenza più ridotta e quindi con un numero di impulsi inferiore (figura 66).

Il sistema prevede 14 scuotitori, a doghe inarcate, ognuno dei quali viene mantenuto in posizione da un sistema flessibile di aggancio brevettato, premiato con la medaglia d'oro per l'innovazione al Sitevi 2003 e all'Eima 2003.



*Figura 66. Sistema di scuotimento "SDC" a scuotitori inarcati, l'azione che questi imprimono al filare si ha solo a opera della loro parte centrale.*

Il controllo ottimale dell'azionamento degli scuotitori incide favorevolmente sulla pulizia del raccolto. La qualità della raccolta risulta così ottimizzata, il lavoro facilitato ed i costi di esercizio ridotti, in quanto viene messo in funzione solo il numero di scuotitori necessari. Inoltre il nuovo sistema di aggancio degli scuotitori è esente da manutenzione.

Il gruppo di pulizia del prodotto è costituito da due aspiratori superiori, posizionati alla fine del nastro convogliatore prima della benna. È possibile installare il sistema

brevettato Socma diraspatore-separatore, uno per ciascuna benna, costituito da tre rulli controrotanti, rivestiti da numerose file di dita (in gomma alimentare flessibile) che premono delicatamente gli acini nel nastro grigliato sottostante ottenendo una perfetta pulizia del prodotto (*figura 67*). Il diraspatore elimina in media il 70 % in più di impurità rispetto al modello utilizzato dalle vendemmiatrici della generazione precedente. Il sistema di cattura tecnologicamente avanzato elimina dai grappoli la maggior parte dei sarmenti, delle foglie e dei corpi estranei. Questi ultimi vengono scaricati al suolo attraverso un'apposita coclea. Questo sistema permette di sfruttare al meglio la capacità totale dei serbatoi di raccolta senza interferire sulla velocità di avanzamento.



*Figura 67. Sistema di pulizia brevettato Socma diraspatore-separatore.*

Nell'ottica di una riduzione dei consumi di combustibili e di emissioni di CO<sub>2</sub> la New Holland-Braud ha introdotto il sistema IMS (Intelligent Management System). Il sistema controlla costantemente le sollecitazioni a carico del motore; in condizioni di carico leggero o alla fine di un filare, quando l'operatore disattiva gli scuotitori e gli aspiratori, il sistema regola automaticamente il regime del motore per adeguarlo esattamente alla richiesta operativa, ma senza alterare le prestazioni. Si ottiene così un notevole risparmio di carburante (circa il 35 % in meno durante l'operazione di raccolta), senza intervento dell'operatore, il quale può più utilmente dedicarsi al controllo generale del sistema e all'ottimizzazione delle regolazioni

degli scuotitori che ancora oggi richiedono una grande capacità di “interpretazione” del vendemmiatore.

Particolare attenzione nella progettazione è posta dalla ditta nel ridurre al minimo i tempi e i costi della manutenzione, che per questa tipologia di macchinari possono risultare molto elevati. I tempi di lavaggio e ingrassaggio della testata sono stati ridotti anche del 30 % grazie a configurazioni progettuali che permettono un rapido accesso e smontaggio di tutti gli organi lavoranti. Le nuove testate di raccolta sono progettate in modo da facilitarne la pulizia. In seguito all'introduzione del sistema Mecalor, che garantisce un lavaggio semi-automatico e rapido della macchina, i tempi e il consumo di acqua vengono ridotti di un ulteriore 30 %. La pulizia di tutte le parti a contatto con il prodotto, che è a tutti gli effetti un alimento, è indispensabile per evitare che placche di materiale organico contenenti microorganismi possano compromettere la qualità e l'efficienza del processo di vinificazione. Tali procedure, ripetute sicuramente almeno alla fine del turno giornaliero di lavoro, rientrano, per altro, nel più generale controllo di igiene alimentare Haccp (Hazard Analysis and Critical Control Points).

Particolare attenzione è stata data al comfort dell'operatore; oltre alle dotazioni quali braccioli, sedili e volanti regolabili, che permettono una corretta postura, le nuove macchine hanno tutti i comandi essenziali, raggruppati in un complesso joystick multifunzione che consente un controllo costante ed ergonomico con la sola mano destra sia dei movimenti della macchina sia e soprattutto dei complessi utensili di lavoro.

Per risolvere il problema della variabilità del prodotto vendemmiato, New Holland ha messo a punto la “vendemmiatrice intelligente Hqs”, la prima macchina capace di reagire automaticamente alla lettura della mappa cartografica della vendemmia e di smistare, secondo le indicazioni della mappa stessa, le uve nel cassone di destra o di sinistra, ottenendo così, da uno stesso vigneto, due raccolti differenziati in base alla qualità. Essendo dotata di Gps, la vendemmiatrice riesce a leggere la cartografia in tempo reale sulla base di due diversi criteri qualitativi, in modo tale che gli attuatori inviano le uve nell'uno o nell'altro cassone a seconda del criterio previsto e preimpostato.

Alcuni esperti di viticoltura sono concordi nell'affermare che il 50 % del prodotto vendemmiato non ha ancora raggiunto lo stadio di maturazione ottimale a causa della variabilità delle condizioni all'interno del singolo vigneto. La vendemmiatrice

Hqs non solo aumenta considerevolmente la qualità complessiva delle raccolte, ma permette anche di ottimizzare i mezzi della produzione, consentendone un utilizzo più appropriato e mirato con notevoli vantaggi anche per l'ambiente.

Questo nuovo concetto è stato sviluppato in collaborazione con un'azienda di fama mondiale, la Marchesi Antinori, che vanta oltre 600 anni di tradizione nella produzione vinicola. La Marchesi Antinori è già pronta ad utilizzare le vendemmiatrici New Holland Hqs nei propri vigneti. Poiché la qualità della vendemmia è molto più importante della resa, New Holland ritiene che questo nuovo sistema rivoluzionerà la viticoltura.

Il numero di vendemmiatrici New Holland operanti in Italia è di circa 600 unità.

Nella tabella 4 ho riassunto i modelli disponibili in Italia.

<b>NEW HOLLAND-BRAUD</b>				
<b>Modello</b>	<b>Tipo</b>	<b>Potenza (kW)</b>	<b>Capacità vasche (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Prezzo base (€)</b>
9040M	Semovente	104	2x1,325	191.500
9060L	Semovente	111	2x1,6	216.000
9090L	Semovente	129	2x1,6	233.000
9090X	Semovente	129	2x1,6	241.000

*Tabella 4. Vendemmiatrici New Holland-Braud in commercio in Italia.*

## **GREGOIRE ITALIA**

Gregoire Italia è la denominazione della divisione Vineyard di Kverneland Group Italia, filiale del Gruppo Kverneland, che distribuisce in esclusiva per l'Italia il prestigioso marchio Gregoire. Dal 1974 sono più di 8.000 le vendemmiatrici Gregoire vendute nel mondo.

L'azienda ha da poco messo sul mercato una nuova versione delle sue macchine: tra le trainate i modelli denominati G1 (*figura 68*) e G2, con quattro sottovarianti in funzione dell'altezza di scavallamento e per le semoventi i modelli G7 e G8 (*figura 69*).

Le principali peculiarità del gruppo sono legate alla testata sospesa e pendolare con battitori Arc, che garantisce un'elevata qualità del prodotto raccolto (brevetto Gregoire), l'esclusivo sistema di raccolta a scaglie, i sistemi di pulizia del prodotto



brevettati Gregorie, disponibili a richiesta, e il nuovo sistema di regolazione dei battitori Vari Width, il quale permette di regolare la testata di raccolta, la larghezza fra battitori, la regolazione idraulica del serraggio e il controllo degli aspiratori, nastri trasportatori, motore e funzioni idrauliche direttamente dal Joystick.



*Figura 68. Vendemmiatrice trainata modello G1.*



*Figura 69. Vendemmiatrice semovente modello G8.*

Il gruppo scuotitore è costituito da battitori Arc stampati a diametro differenziato per garantirne flessibilità e maggiore longevità (*figura 70*).



*Figura 70. Scuotitori Arc: elemento essenziale della vendemmiatrice.*

La particolare forma dei battitori consente un prolungato contatto sulla fascia di raccolta garantendo nel contempo velocità di avanzamento elevata e un' efficace raccolta vicino ai pali. È dotato di regolazione sulla fascia di raccolta, con sgancio e regolazione dei battitori facile e veloce, per mezzo del sistema di sgancio rapido Quick Fit in opzione nelle vendemmiatrici.

Il sistema di scuotimento può essere suddivisa in tre zone: la pre-scuotitura che consente un'entrata graduale del prodotto nella macchina, la zona centrale responsabile dell'azione di scuotitura dove i battitori sono alla minore distanza fra di loro, e la zona di decelerazione che permette un rilascio graduale della parete vegetativa.

L'esclusivo sistema di ricezione a scaglie garantisce massima sicurezza in ogni condizione di lavoro, riducendo drasticamente le perdite di prodotto (*figura 71*). Con un' altezza a partire da 150 mm, sono le vendemmiatrici con altezza di raccolta più bassa sul mercato. Il telaio dei nastri trasportatori è in acciaio inox per evitare corrosione e facilitare la pulizia. Il sistema di trasporto è costituito da nastri dotati di palette a rilievi in materiale alimentare.





*Figura 71. Nastro trasportatore a palette.*

Il gruppo di pulizia del prodotto è costituito da aspiratori inferiori ed estrattori verticali di serie. È possibile installare gli aspiratori superiori (*figura 72*) e i nuovi sistemi di cernita brevettati Gregoire Cleantech o Cleantech Vario.



*Figura 72. Aspiratori superiori su nastri da 500mm.*

La vagliatura avviene tramite due rulli che ruotano a velocità elevata per garantire la separazione degli acini, rispettando al contempo i grappoli. Il sistema presenta un primo modulo, il “Cleantech”, caratterizzato da un’apertura atta a favorire il passaggio degli acini di dimensioni idonee e da un’ampia superficie di contatto tra il rullo a dita flessibili e la catena di cernita (*figura 73*).



*Figura 73. Separatore “Cleantech”.*

Il secondo modulo, detto “Vario”, è quello che garantisce l’allontanamento di foglie e acini inadatti, e si basa sulla variazione in continuo della distanza tra i due rulli, adattandosi al meglio alle dimensioni degli acini. La forma concava dei rulli assicura il passaggio degli acini evitandone il danneggiamento (*figura 74*).



*Figura 74. Sistema di variazione della distanza fra i rulli “Vario”.*

Il nuovo sistema di regolazione idraulica dei battitori Vari Width è azionabile direttamente dalla cabina, per ottenere un perfetto adattamento della testata di raccolta.

Le vendemmiatrici sono inoltre equipaggiate con un joystick compatto dal design ergonomico che permette di avere il totale controllo di start/stop di tutte le funzioni, il controllo delle ruote motrici, la regolazione della testata di raccolta. Un comodo display permette inoltre di visualizzare tutte le funzioni ed intervenire rapidamente sulla regolazione dei vari parametri.

I modelli di vendemmiatrici trainate sono dotati di sistema automatico di centraggio in fila, che consente una maggiore facilità di utilizzo, riducendo il rischio di danneggiamenti al vigneto. In condizioni particolarmente difficili l'operatore ha la possibilità di escludere il sistema automatico e procedere controllando il centraggio in fila della vendemmiatrice manualmente, per mezzo del joystick.

Per quanto riguarda le vendemmiatrici semoventi un occhio di riguardo è stato dato al comfort in cabina. La cabina operativa centrale è completamente nuova e permette una visibilità vicina a 360 gradi. Il posto guida dispone ora di una cabina più spaziosa, completamente insonorizzata, dotata di un nuovo joystick con comandi centralizzati, ed una dotazione di accessori che spaziano dal lettore cd al frigobar, dal sedile pneumatico all'aria condizionata. Il posizionamento centrale della cabina garantisce inoltre a queste vendemmiatrici un'ottima visibilità, soprattutto durante l'utilizzo in polivalenza. Questa nuova serie di vendemmiatrici è equipaggiata con nuovissimi sistemi di controllo, dotati di un grande schermo a colori sul quale sono raggruppate, in un'unica videata, tutte le principali funzioni.

I modelli semoventi sono stati inoltre concepiti e disegnati per trasformarsi in multifunzioni in modo molto rapido e semplice.

Un altro particolare delle vendemmiatrici semoventi è la sospensione della testata di raccolta, che si adatta perfettamente alle condizioni del terreno allineandosi ai filari. Queste vendemmiatrici sono dotate del dispositivo EcoDrive che permette di risparmiare combustibile, in quanto il motore viene azionato automaticamente al minimo dei giri nelle testate di fine campo.

Il numero di vendemmiatrici Gregoire operanti in Italia è di circa 390 unità.

Nella tabella 5 ho riassunto i modelli disponibili in Italia.

<b>GREGOIRE</b>				
<b>Modello</b>	<b>Tipo</b>	<b>Potenza (kW)</b>	<b>Capacità vasche (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Prezzo base (€)</b>
G1	Trainata	44	2x1,2/2x1,35	75.000-110.000
G2	Trainata	44	2x1,2/2x1,5	89.000-140.000
G7	Semovente	106	2x1,2/2x1,4	130.000-180.000
G8	Semovente	123	2x1,4/2x1,6	170.000-230.000

*Tabella 5. Vendemmiatrici Gregoire in commercio in Italia.*

## ALMA

È di recente nata la collaborazione tra l'azienda francese Alma, sul mercato da oltre 35 anni, e la Olmi, che ha alle spalle un'esperienza nel settore costruzione attrezzature per il vigneto da oltre 40 anni.

Olmi presenta un unico modello di vendemmiatrice trainata Alma Selecta 2 (*figura 75*).

Il punti di forza della Selecta 2 sono da ricercare: nell'elevata capacità delle tramogge, nella maggior pulizia del vendemmiato grazie agli estrattori inferiori con assetti verticali, nel sistema di scuotimento a battitori doppi, nel sistema di intercettazione costituito da scaglie mobili morbide, bullonate e di grande lunghezza, nel sistema di trasporto a tazze montate su catene e nel baricentro basso che migliora la distribuzione di pesi e la stabilità.

Questo modello viene commercializzato nella versione con due vasche sagomate in PVC alimentare da 1,2 o 1,5 m<sup>3</sup> ciascuna, quest'ultima più capiente rispetto agli standard del mercato, ed ha una larghezza di 2,50 m che garantisce il mantenimento degli ingombri massimi consentiti per la circolazione stradale.



*Figura 75. Vendemmiatrice trainata Alma Selecta 2.*

La pulizia è assicurata da due estrattori inferiori orizzontali con assetti verticali dotati di frantoi, che intensificano la pulizia incrementando al tempo stesso le prestazioni d'avanzamento e di resa.

Il gruppo di raccolta è composto da scuotitori vincolati, costituiti da una struttura metallica di sostegno che porta nella superficie di lavoro una parte intercambiabile in plastica alimentare; il particolare disegno degli scuotitori e gli ancoraggi alle strutture permettono di ottenere una lavorazione delicata sulla vegetazione e sugli acini e un minor costo di manutenzione. In tal modo si riduce al minimo l'ammontamento, mentre gli acini restano interi. Il gruppo scuotitore è di tipo orizzontale con testata di raccolta fissa al telaio. Gli scuotitori vanno da un minimo di 5+5 fino a 10+10 a seconda dell'altezza della fascia produttiva.

Questo sistema di scuotimento assicura alte prestazioni di avanzamento nel rispetto della vegetazione e basse frequenze di scuotimento (*figura 76*).

Il gruppo di intercettazione è costituito da 50 scaglie deformabili in particolare materiale plastico alimentare, le quali permettono una estrema flessione, senza necessitare di alcuno snodo meccanico di fissaggio. Le scaglie sono fissate indipendentemente una per una al telaio mobile che ne permette la regolazione in altezza. Questo tipo di sistema minimizza il costo di gestione poiché le scaglie possono essere sostituite singolarmente.

La lunghezza del tunnel di raccolta è 2.400 mm, tra i più lunghi della categoria. Il sistema di trasporto (*figura 77*) è costituito da due nastri a tazze (88 tazze larghe 180 mm per ciascun nastro), coperte da una lamiera di acciaio inox, allo scopo di mantenere distribuito il prodotto prima dell'azione degli aspiratori. Questi operano più facilmente su foglie non imbrattate di mosto, ottenendo un'ottima pulizia e perdite limitate.

Per aumentare il comfort operativo la ditta Alma applica la centratura automatica mediante due tastatori con sensore elettrico per un'immediata correzione della direzione durante l'avanzamento anche ad alta velocità.

Il baricentro basso permette di lavorare su vigneti con larghezza a partire da 1,8 m. Tutti i comandi di regolazione sono azionati da un comodo e istintivo Joystick (*figura 78*) (frequenza dei battitori, motricità ruote, escursione ruote in altezza, azionamento aspiratori di pulizia, timone di traino, svuotamento vasche indipendente, accensioni luci per lavoro notturno), mentre l'apertura e l'ampiezza dei battitori, la velocità e l'inversore del tappeto e la velocità degli aspiratori inferiori sono tutte regolazioni che avvengono manualmente.



*Figura 76. Testata di raccolta della vendemmiatrice Alma Selecta 2.*



*Figura 77. Sistema di trasporto a tazze della vendemmiatrice Alma Selecta 2.*





*Figura 78. Sistema di regolazione dei battitori tramite Joystick.*

Altre caratteristiche della vendemmiatrice trainata Alma sono i bassi costi di manutenzione, la maneggevolezza, che risulta elevata soprattutto in collina e in condizioni di lavoro ristrette e la semplicità operativa; è importante ricordare che per l'utilizzo è sufficiente una trattrice di soli 51 kW.

Tra i vantaggi bisogna poi includere la maggior escursione degli assali, che permette di superare dislivelli trasversali del 38 % e longitudinali del 40 % (figura 79), e l'altezza di scarico (3.000 mm) e di scavallamento (2.900 mm), tra le più elevate della sua categoria.



*Figura 79. Assali indipendenti con escursione 70 mm (massima della categoria).*



Per aumentare la stabilità della vendemmia durante il lavoro in pendenze trasversali (impianti a giropoggio), Olmi ha brevettato il sistema antiscivolo trasversale S.T.E., con dischi stabilizzatori idraulici (*figura 80*). Il dispositivo è composto da due pistoni idraulici collegati alle sospensioni della vendemmiatrice; quando si utilizzano le sospensioni per il livellamento della macchina, il dispositivo dei dischi segue l'andamento della ruota. La penetrazione massima nel terreno è di 200 mm. L'inserimento dei dischi nel terreno, durante l'avanzamento della vendemmiatrice, permette di "fissare saldamente al terreno" la macchina. Il Sistema S.T.E garantisce il massimo livello di sicurezza operativo fino al 38 % di pendenza trasversale per l'operatore, la vendemmiatrice e per l'impianto.

Il numero di vendemmiatrici Alma operanti in Italia è di circa 70 unità. Nella tabella 6 ho riassunto i modelli disponibili in Italia.



*Figura 80. Sistema antiscivolo trasversale(brevettato Olmi).*

<b>ALMA</b>				
<b>Modello</b>	<b>Tipo</b>	<b>Potenza (kW)</b>	<b>Capacità vasche (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Prezzo base (€)</b>
Selecta 2	Trainata	51	2x1,2/2x1,5	76.400

*Tabella 6. Vendemmiatrici Alma in commercio in Italia.*

## ERO Gerätebau GmbH

Con oltre 160 collaboratori in due sedi la ERO Gerätebau GmbH è il maggiore costruttore tedesco di attrezzi per la viticoltura. La ditta tedesca presenta sul mercato italiano il modello semovente Grapeliner Serie 6000 (*figura 81*) che ha sostituito l' SF 200. I modelli trainati LS e LS traction sono fuori produzione da tre anni.



*Figura 81. Vendemmiatrice semovente modello Grapeliner 6000.*

I caratteri distintivi di questa semovente sono: il gruppo intercettazione e trasporto, disposto su di un solo lato e il conseguente svuotamento laterale nell'unico serbatoio (da 2,2 a 3,0 m<sup>3</sup>), il sistema di pulizia tripla del vendemmiato, effettuata tramite un soffiatore e due aspiratori, la tecnologia Load Sensing, che permette di mantenere costanti i parametri delle componenti operative (battitori, ventilatori e nastri) indipendentemente dal carico di lavoro gravante sulla trazione alle ruote e infine il confort in cabina, la più spaziosa sul mercato.

Il modello è dotato di una testata di raccolta adattabile in maniera precisa, che permette non solo di modificare numero e distanza degli scuotitori, ma anche di regolare ampiezza di scuotimento e flessibilità delle aste. Durante la vendemmia il conducente può adattare frequenza di scuotimento e apertura degli scuotitori per mezzo del touch screen.

Il gruppo di intercettazione è costituito da un canale a scaglie e da un unico nastro trasportatore che porta il prodotto alla vasca di raccolta laterale.

Il sistema di trasporto su un lato con un solo nastro trasportatore è legato a uno sforzo di pulizia e di manutenzione decisamente ridotto con un numero inferiore di pezzi a usura (*figura 82*).



*Figura 82. Testata di raccolta dotata di sistema di trasporto su un lato.*

Lo svuotamento laterale dell'unico serbatoio permette di mantenere una buona visibilità e di risparmiare tempo prezioso (*figura 83*).



*Figura 83. Benna unica a scarico laterale.*

La pulizia tripla del vendemmiato riduce al minimo la presenza vegetazione; per evitare perdite di mosto viene eliminato circa il 70 % delle foglie già durante la caduta tramite un soffiatore d'aria trasversale e un rastrello rotante. L'aspiratore inferiore a valle elimina altri scarti vegetativi prima che il raccolto venga trasportato verso l'alto dal nastro trasportatore. L'aspiratore superiore posto sul nastro trasportatore trasversale rimuove quindi le foglie ancora presenti, così che solo il prodotto migliore finisca nel serbatoio dell'uva. Su richiesta è disponibile la diraspatrice in versione fissa o estraibile, con cilindro in plastica e spazzola di pulizia. Sono inoltre possibili diversi cestelli con aperture di foro diverse.

Il sistema Load Sensing Bosch Rexroth, introdotto nel 1997, è basato su pompe con portata variabile e controllo elettronico della richiesta del flusso. In pratica l'elettronica gestisce la portata in funzione della richiesta di flusso d'olio proveniente dalle componenti che lo richiedono con priorità agli organi di raccolta (ovvero nastri, battitori, aspiratori e ventilatori più diraspatore laddove presente) e alla trazione; quindi la macchina mantiene sempre i parametri di vendemmia impostati, mentre la trazione richiede un numero di giri motore a seconda delle condizioni del suolo, del peso della macchina e della pendenza del terreno. Quindi all'atto pratico in pianura e discesa con questo sistema la vendemmiatrice semovente lavora ad un numero di giri/minuto di 1.800-1.900, mentre in salita il motore lavora a 2.500 giri/min. Questo importante dispositivo permette di mandare in circolo solo la quantità di olio necessaria al mantenimento delle funzioni operative, riducendo il carico di lavoro della trattrice, la quale può operare ad un minore numero di giri limitando sensibilmente il consumo di carburante. Il comfort nella cabina centrale è un altro punto di forza della ditta tedesca; grazie alla generosa vetratura è possibile un'ampia visuale. Con un volume di 3 m<sup>3</sup> rappresenta la più spaziosa cabina di vendemmiatrice sul mercato. Attraverso il pavimento trasparente si vede il filare dall'alto. L'isolamento acustico e lo smorzamento delle vibrazioni rendono confortevole l'ambiente di lavoro, permettendo di concentrarsi sull'essenziale.

Il joystick compatto consente di manovrare la macchina con brevi spostamenti di comando e in modo semplice.

La sterzata automatica, l'indicatore dell'altezza a ultrasuoni e l'impianto di regolazione della velocità di marcia sono altre dotazioni fondamentali di questa semovente, che permettono al conducente di rilassarsi e lavorare in sicurezza.



La vendemmiatrice semovente Ero Grapeliner 6000\* viene commercializzata anche dalla ditta Deutz Fahr (Same Deutz Fahr) con il loro marchio sotto il nome Agrovitis200 (figura 84).

La ditta produceva fino a qualche anno fa anche un modello trainato LS Traction, che rappresentava una qualificata e conveniente alternativa alla vendemmiatrice semovente SF200 (figura 85).



*Figura 84. Vendemmiatrice semovente Deutz Fahr modello Agrovitis200.*



*Figura 85. Vendemmiatrice trainata LS Traction.*

La macchina sfrutta la testata di raccolta della vendemmiatrice semovente, dotata di scuotimento doppio con battitori lunghi, morbidi ed a sezione rettangolare per una maggiore durata con la battitura più sensibile possibile.

Tutte le parti a contatto con il prodotto sono in acciaio inox, compresa la camera di raccolta.

La macchina è dotata di pompa a pistoni assiali e potenti motori idraulici alle ruote per il superamento di pendenze oltre il 35 %. La potenza della trazione è gestita in automatico dal sensore presente sul timone oppure in manuale dal conducente.

La vendemmiatrice utilizza la tecnologia Load Sensing, mutuata dalla semovente.

L'impianto idraulico può essere riempito con olio di colza per evitare contaminazioni del prodotto raccolto in caso di perdite dal circuito idraulico.

Il pannello di controllo ergonomico raggruppa tutti i comandi, inoltre le otto funzioni di regolazione del telaio sono raggruppate su una monoleva multifunzione.

Lo svuotamento vasche può essere comandato mediante pulsantiera mobile sul posteriore della macchina.

Numero vendemmiatrici Ero operanti in Italia:

- semoventi SF200 / Agrovitis200: 10 unità;
- trainata LS e LS traction (fuori produzione): 30 unità circa.

Nella tabella 7 ho riassunto i modelli disponibili in Italia.

<b>ERO Gerätebau GmbH</b>				
<b>Modello</b>	<b>Tipo</b>	<b>Potenza (kW)</b>	<b>Capacità vasche (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Prezzo base (€)</b>
Serie 6000 Grapeliner*	Semovente	114/147	2,2-3	165.000-245.000

*Tabella 7. Vendemmiatrici ERO in commercio in Italia.*

## **I.ME.CA**

L'azienda friulana, nata nel 1970, mette a frutto anni di esperienze nel campo della vendemmia meccanica proponendo due modelli di vendemmiatrici a scuotimento orizzontale trainate HS27 e HS10.

HS27 (per vigneti alti fino a 3 m) è una vendemmiatrice trainata per spalliera con diversi punti di forza, come ad esempio l'elevata capacità delle tramogge, l'altezza di scarico (3,2 m) e il sistema di scuotimento Sacaia Control System, che permette

di limitare al minimo lo stress sulla vegetazione, mantenendo una raccolta completa e raggiungendo buone velocità di lavoro (*figura 86*).

La testata di raccolta delle vendemmiatrici è di tipo fisso con battitori a scuotimento orizzontale in materiale plastico, a sezione variabile (Sacaia Control System), ancorati su 4 alberi mobili con sistema antifrusta. Inoltre c'è la possibilità di montare fino a 22 scuotitori.

Il gruppo di intercettazione e trasporto è costituito da un convogliatore integrale con profili inclinati e arcuati per il trasporto del prodotto fino alla parte alta della macchina, mentre il trasferimento laterale avviene con nastri trasversali.

Questo modello viene commercializzato nella versione con due vasche da 2 m<sup>3</sup>, più capienti rispetto agli standard del mercato.



*Figura 86. Vendemmiatrice Trainata HS27.*

Permette di muoversi agevolmente tra i filari ma soprattutto di circolare su strada senza permessi speciali.

Tutti i controlli e le regolazioni si effettuano dalla cabina grazie alla generosa consolle di comando, dotata di un joystick ergonomico e di due display per tenere sotto controllo tutti i parametri.

Nella versione full optional troviamo il sistema di pulizia del prodotto studiato e messo a punto da I.M.E.C.A., composto (per ogni lato della vendemmiatrice) da un aspiratore inferiore e dal sistema di pulizia Sacaia, dotato di un separatore a griglia



che permette una prima separazione degli acini da foglie e raspi e da una diraspatrice. Grazie a questo sistema è possibile ottenere un prodotto estremamente pulito anche quando le quantità sono abbondanti.

La gamma oggi si completa con la nuova nata HS10, che mantiene inalterate tutte le parti funzionali della sorella maggiore ma che, riducendo l'altezza di scavallamento (da 2.400 mm a 2.000 mm), il peso (da 5.200 kg a 4.500 kg) ed abbassando il baricentro, meglio si adatta ai vigneti più bassi e disposti su terreni impegnativi (*figura 87*).



*Figura 87. Vendemmiatrice Trainata HS10.*

Numero vendemmiatrici IM.E.CA operanti in Italia:

- trainata HS27: 11 unità;
- trainata HS10: 1 unità.

Nella tabella 8 ho riassunto i modelli disponibili in Italia.

<b>IM.E.CA.</b>				
<b>Modello</b>	<b>Tipo</b>	<b>Potenza (kW)</b>	<b>Capacità vasche (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Prezzo base (€)</b>
HS27	Trainata	59	2x2	105.470
HS10	Trainata	59	2x1,5	111.890

*Tabella 8. Vendemmiatrici IM.E.CA. in commercio in Italia.*

## POMAC

L'azienda emiliana, nata nel 1981 e leader mondiale nella costruzione di raccoglitrici per il pomodoro, mette a frutto anni di esperienze proponendo due modelli di vendemmiatrici a scuotimento orizzontale trainate: V/TP 4 e V/TP-Di. La nuova vendemmiatrice trainata Pomac V/TP è progettata appositamente per i vigneti altamente produttivi e con filari molto lunghi (*figura 88*).

Entrambi i modelli vengono commercializzati nella versione con due vasche di raccolta, capaci di contenere un totale di 4 t di uva e una larghezza di 2,5 m, che garantisce il mantenimento degli ingombri massimi consentiti per la circolazione stradale.



*Figura 88. Vendemmiatrice Trainata V/TP.*

La testata di raccolta è costituita da lunghi battitori (da semovente) a scuotimento orizzontale e presenta fino ad un massimo di 16 scuotitori con regolazione elettrica della frequenza.

Il prodotto viene intercettato da scaglie mobili di forma speciale (21+21), che inviano il prodotto verso i nastri di gomma muniti di palette inclinate. I nastri presentano aperture verticali per l'eliminazione dei rametti o di altre impurità e sono larghi 285 mm; questo garantisce grandi portate.

Il modello V/TP 4 è dotato di quattro ventole ispiratrici per l'eliminazione delle foglie, mentre il modello V/TP-Di presenta due ventole abbinate a due lunghi

diraspatori cilindrici orizzontali fissi sulle vasche, con velocità di rotazione del cilindro e delle palette estrattrici indipendenti.

I diraspatori, che hanno una lunghezza di 1.500 mm e 70 mm di diametro, assicurano la massima pulizia del prodotto (*figura 89*).

Le pulsazioni dei battiti e le altre regolazioni si effettuano dalla cabina grazie alla generosa consolle di comando, dotata di un joystick ergonomico e di due display per tenere sotto controllo tutti i parametri. Il numero di vendemmiatrici Pomac operanti in Italia è di 3 unità. Nella tabella 9 ho riassunto i modelli disponibili in Italia.



*Figura 89. Vendemmiatrice Trainata Pomac dotata di diraspatori di lunghezza 1.500 mm.*

<b>POMAC</b>				
<b>Modello</b>	<b>Tipo</b>	<b>Potenza (kW)</b>	<b>Capacità vasche (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Prezzo base (€)</b>
V/TP 4	Trainata	66	2x2	80.000
V/TP-Di	Trainata	59	2x2	90.000

*Tabella 9. Vendemmiatrici Pomac in commercio in Italia*

## TANESINI TECHNOLOGY

Nel 2008 la ditta romagnola Tanesini Tecnology, leader nel settore della raccolta meccanizzata a scuotimento verticale, sviluppa un prototipo innovativo di vendemmiatrice a scuotimento orizzontale modello Pulsar (*figura 90*).

La macchina è di tipo trainata ed ha una massa di circa 3.400 kg. La struttura presenta una larghezza di 2,5 m ed una lunghezza di 4,0 m. La macchina, trainata dalla trattrice, può operare in vigneti con sesto d'impianto minimo dell'interfila di 1,80 m e altezza del filare da 2,2 a 3 m.



*Figura 90. Vendemmiatrice Trainata Pulsar.*

Il sistema di scuotimento è costituito da due serie di aste contrapposte che possono essere montate in numero variabile (fino a 12 per parte), da una quota minima di 0,4 m a una quota massima di 1,8 m. Il battitore è azionato dalla pdp del trattore mediante un volano collegato a una biella che trasmette il moto allo stelo di un martinetto idraulico. La variazione dell'ampiezza di quest'ultimo permette di modificare l'ampiezza del movimento dei supporti su cui sono montati i battitori.

Questo battitore può essere considerato innovativo in quanto, oltre a prevedere la consueta regolazione della frequenza di movimento, può essere regolato nell'ampiezza dell'oscillazione. In particolare questo consente un'escursione variabile da 30 a 90 mm e viene gestita dall'operatore mediante un comando, che

agisce sulla dimensione di un martinetto idraulico, inserito nel manovellismo della trasmissione del moto.

Ciò consente di ottenere un distacco facile e a basso impatto, salvaguardando il prodotto, la struttura del vigneto e le piante.

Il sistema di pulizia è dotato di due ventole aspiratrici per l'eliminazione delle foglie, abbinate ad uno stralciatore, mentre il gruppo di scarico è costituito da due vasche ribaltabili, disposte ai lati della macchina di capacità 1,2 m<sup>3</sup> ciascuna. Nella tabella 10 ho riassunto i modelli disponibili in Italia.

TANESINI TECHNOLOGY				
Modello	Tipo	Potenza (KW)	Capacità vasche (m <sup>3</sup> )	Prezzo base (€)
Pulsar	Trainata	48	2x1,2	75.000

*Tabella 10. Vendemmiatrici Tanesini in commercio in Italia.*

## ***Vendemmiatrici a scuotimento verticale***

Un'altra categoria di vendemmiatrici, che vive a fianco di quelle ben più note per contropalliera, è quella delle macchine a scuotimento verticale. Queste sono adatte solo a certe tipologie di impianto, come la doppia cortina, Combi, Cordone libero mobilizzato e Cordone speronato mobilizzato e di conseguenza interessano una percentuale limitata di vigneti. In questa nicchia Tanesini Technology è il marchio più conosciuto, seguito dalle ditte emiliane Paterlini e Metal Gei. Le macchine a scuotimento verticale operanti in Italia sono circa 160 e rappresentano il 6-7 % del parco vendemmiatrici totale.

### **TANESINI TECHNOLOGY**

L'impresa faentina è leader nel settore della raccolta meccanizzata a scuotimento verticale per l'impiego su vigneto allevato a Doppia cortina e Combi.

Da oltre 40 anni l'azienda si occupa dello studio, progettazione, sviluppo e produzione di macchine vendemmiatrici.

Le prime vendemmiatrici a scuotimento verticale costruite in Europa sono state prodotte nel 1971 dalla Tanesini di Faenza diventata Tanesini Technology nel 2000.

Il modello proposto dall'azienda è la vendemmiatrice semovente, interfilare-monofilare, cingolata VSC1V che ha sostituito il modello Blowstar (*figura 91*). È una macchina cingolata, specifica per la raccolta su vigneti allevati a Doppia cortina (*figura 92*) o ad altri sistemi che sopportano lo scuotimento verticale. Può operare su vigneti con distanza interfilare di 2,7 m o superiore.

La trazione è costituita da una cingolatura industriale, che assicura: un basso compattamento del suolo nel rispetto del vigneto, una miglior stabilità in qualsiasi condizione di terreno bagnato o con forti pendenze (fino al 45 %), grande mobilità e facilità di manovre; per contro, non essendo possibile la circolazione stradale, richiede per i trasferimenti appositi camion con pianale ribassato.

Il sistema di raccolta a scuotimento verticale è costituito da un battitore stellare folle sul proprio asse, che effettua oscillazioni da 0 a 650 giri/minuto (impostabile dal posto guida). Durante l'avanzamento della macchina i raggi inclinati della stella vanno a trovarsi a contatto con il filo portante del vigneto, determinando un



movimento verticale del tralcio, che provoca il distacco dei grappoli. Questo sistema consente di raccogliere l'uva con un trattamento di distacco delicato per una migliore qualità delle uve e minori perdite di prodotto.



*Figura 91. Vendemmiatrice semovente VSC1V.*



*Figura 92. Vendemmiatrice in opera su GDC.*

Il gruppo di intercettazione e trasporto è costituito da tre nastri trasportatori idrostatici alimentati a scaglie, i quali inviano il prodotto alla tramoggia frontale (capacità di 4 m<sup>3</sup>), che può scaricarlo sia frontalmente che lateralmente a una altezza massima di 3 m da terra (*figura 93*).



La VSC1V è dotata di accessori per la pulizia del prodotto, quali una ventola di aspirazione regolabile elettronicamente e uno stralciatore.



*Figura 93. Particolare dello scarico frontale in un rimorchio parallelo.*

Il motore installato è di tipo Perkins a 4 cilindri (4.400 cc), turbo intercooler, in grado di fornire una potenza di 106 kW. Viene equipaggiato di un impianto di raffreddamento con ventola reversibile antintasamento con controllo automatico. La vendemmiatrice richiede un solo operatore.

Un secondo modello a scuotimento verticale, che non viene più commercializzato dal 2002, era la vendemmiatrice trainata VTTR1 V di cui oggi ancora dieci modelli sono in opera.

Il numero di vendemmiatrici semoventi, modello Blowstar/VSC1V, operanti in Italia è di 32 unità. Nella tabella 11 ho riassunto i modelli disponibili in Italia.

<b>TANESINI TECHNOLOGY</b>				
<b>Modello</b>	<b>Tipo</b>	<b>Potenza (kW)</b>	<b>Capacità vasche (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Prezzo base (€)</b>
VSC1V	Semovente cingolata	106	4	193.000

*Tabella 11. Vendemmiatrici Tanesini disponibili in Italia.*

## PATERLINI

L'azienda emiliana Paterlini, costruisce nel 1998 la prima vendemmiatrice a scuotimento verticale portata.

Oggi l'azienda propone due modelli a scuotimento verticale, la MK56C portata lateralmente e la semovente cingolata MZ56S.

La vendemmiatrice MK56C può essere portata lateralmente a qualsiasi tipo di trattore (ruote o cingoli), viene utilizzata per vigneti allevati a GDC con distanza dell'interfila di almeno 3,8 m (*figura 94*). Tutti i movimenti della vendemmiatrice sono controllati da comandi elettroidraulici. L'altezza della testata di raccolta varia da 1,4 a 2,2 m dal suolo e può essere regolata idraulicamente mediante joystick, che permette di variare la velocità delle battute.



*Figura 94. Vendemmiatrice a scuotimento verticale portata lateralmente su trattore a ruote.*

La testata di raccolta è costituita da una testa pivotante folle, che sollecita verticalmente il filo di sostegno sul quale è fissato il cordone permanente, provocando il distaccamento del prodotto. Le vibrazioni infatti vengono trasmesse ai tralci uviferi, che non devono essere troppo lunghi per non disperdere le sollecitazioni.

La produttività varia da 4 a 5 t/h a seconda della produttività dell'impianto e del tipo di uva.

Il gruppo di intercettazione e trasporto è costituito da tre nastri trasportatori a cucchiaio, che inviano il prodotto nell'apposito carro di raccolta trainato dalla trattrice. Il carro di raccolta ha una capacità pari a 3,5 t e, grazie al sollevamento di tipo «a forbice», permette il ribaltamento della vasca fino a una altezza di 3 m. Il sistema di pulizia del prodotto è composto da due ventole, che privano il prodotto delle foglie cadute a causa dello scuotimento.

La vendemmiatrice richiede un solo operatore.

Il secondo modello proposto è una vendemmiatrice cingolata semovente MZ56S, molto simile al modello prodotto della ditta Tanesini Technology; è stata costruita con le migliori tecnologie attuali che permettono di ottenere un ottimo rendimento di lavoro (*figura 95*). È assistita in tutti i suoi movimenti da comandi elettro-idraulici ed è completamente idrostatica in tutte le sue funzioni per offrire possibilità di movimento sia in spazi ristretti che nei trasferimenti su campo. In condizioni ottimali è in grado di lavorare in zone collinari a forte pendenza. Raccoglie da 5 a 7 t/h a seconda della produttività dell'impianto e del tipo di uva.

La MZ56S è dotata di accessori per la pulizia del prodotto, quali una ventola di aspirazione regolabile elettronicamente, uno stralciatore e, su richiesta, la diraspatrice. La vendemmiatrice richiede un solo operatore.



*Figura 95. Vendemmiatrice a scuotimento verticale semovente cingolata modello MZ56S.*

Numero vendemmiatrici Paterlini operanti in Italia:

- portata MK56C = 52 unità;
- semovente MZ56S = 3 unità.

Nella tabella 12 ho riassunto i modelli disponibili in Italia.

<b>PATERLINI</b>				
<b>Modello</b>	<b>Tipo</b>	<b>Potenza (kW)</b>	<b>Capacità vasche (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Prezzo base (€)</b>
MK56C	Portata lateralmente	44-51	-	65.000
MZ56S	Semovente cingolata	77	1x4	168.000

*Tabella 12. Vendemmiatrici Paterlini disponibili in Italia.*

## **METAL GEI**

L'azienda emiliana Metal Gei, nata nel maggio 2011 subentrando alla Carpenfer (ditta di carpenteria meccanica medio-pesante, che ha prodotto il primo prototipo di vendemmiatrice a scuotimento verticale già nel 1994), propone due modelli a scuotimento verticale, uno di tipo portato e uno semovente.

La vendemmiatrice VGLP2 viene portata lateralmente a qualsiasi tipo di trattrice (*figura 96*).

La testata di raccolta è costituita da una testa pivotante folle, che sollecita verticalmente il filo di sostegno sul quale è fissato il cordone permanente, provocando il distacco del prodotto.

Il gruppo di intercettazione e trasporto è costituito da nastri trasportatori, che inviano il prodotto nell'apposito carro di raccolta trainato dalla trattrice. Il sistema di pulizia del prodotto è composto da uno stralciatore rotante, da un soffiatore che permette di eliminare la prima parte delle foglie e da un aspiratore che effettua un'ulteriore pulizia del prodotto. È possibile installare un diraspatore a tamburo forato, ottenendo una perfetta pulizia del prodotto. La produttività varia da 3 a 6 t/h a seconda della produttività dell'impianto e del tipo di uva.

Lo smontaggio rapido della vendemmiatrice in meno di un'ora, l'omologazione stradale e il prezzo molto accessibile sono sicuramente i punti di forza di questo modello.



Il secondo modello proposto è una vendemmiatrice cingolata semovente V1 (*figura 97*), molto simile al modello portato sopra riportato; essa viene applicata ad un autocarro motorizzato e una piattaforma di comando. La trazione è costituita da una cingolatura industriale, mentre il motore installato è in grado di fornire una potenza di 103 kW. Il gruppo di intercettazione e trasporto è costituito da nastri trasportatori, i quali inviano il prodotto alla tramoggia frontale di capacità 4 m<sup>3</sup>. Gli accessori per la pulizia del prodotto sono gli stessi del modello portato. Raccoglie da 5 a 10 t/h a seconda della produttività dell'impianto e del tipo di uva.



*Figura 96. Vendemmiatrice portata lateralmente su trattore a ruote.*



*Figura 97. Vendemmiatrice a scuotimento verticale semovente cingolata.*

Il numero di vendemmiatrici Metal Gei (ex. Carpenfer) operanti in Italia è di circa 60 unità, quasi tutte portate.

Nella tabella 13 ho riassunto i modelli disponibili in Italia.

<b>METAL GEI</b>				
<b>Modello</b>	<b>Tipo</b>	<b>Potenza (kW)</b>	<b>Capacità vasche (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Prezzo base (€)</b>
VGLP2	Portata lateralmente	-	-	45.000
V1	Semovente cingolata	103	4	120.000

*Tabella 13. Vendemmiatrici Metal Gei disponibili in Italia.*

## ***Vendemmiatrici per vigneti a pergola e tendone***

Le uniche vendemmiatrici per tendone attualmente in commercio in Italia vengono costruite dalla ditta toscana Pulcinelli.

La diffusione sul territorio nazionale vede Puglia, Abruzzo, Veneto e Lazio tra le regioni in cui è concentrata la quasi totalità di queste macchine. Le macchine operanti in Italia sono circa 180 e rappresentano circa il 6-7 % del parco vendemmiatrici.

### **PULCINELLI**

La società opera nel settore della carpenteria meccanica e lavorazioni meccaniche di piccole e medie dimensioni da più di trent'anni.

Le vendemmiatrici Pulcinelli per vigneti a pergola e tendone (brevettata) vengono costruite su licenza Pasquali.

Oggi l'azienda propone due modelli il 405.10 (*figura 98*) con sterzata anteriore e il modello 405.20 con telaio snodato al centro, che consente alla macchina un raggio di sterzata ridottissimo.



*Figura 98. Vendemmiatrice Pulcinelli per vigneti a pergola e tendone.*

La raccolta viene effettuata mediante l'azione di un vibratore a pettine, formato da aste, che oscillano con frequenza variabile da 0 a 700 cicli al minuto (*figura 99*). Una sola leva permette di variare la velocità di avanzamento in relazione alle



esigenze di lavoro. I martinetti regolatori del gruppo vibratore consentono all'operatore di adeguare immediatamente le prestazioni del mezzo alle condizioni variabili del suolo e di altezza del vigneto.

L'altezza del telaio battitore è regolata idraulicamente da due martinetti indipendenti. Il telaio può essere inclinato lateralmente.

L'altezza del battitore varia da 1,80 a 2,50 m con un rapido comando azionato dall'operatore. Il sistema regolabile di aspirazione elimina le foglie e gli altri corpi estranei. Particolari accorgimenti permettono una vendemmia completa e selettiva. Le alette laterali consentono infatti il recupero totale del prodotto. Mediante un nastro trasportatore, a velocità regolabile, il prodotto raccolto viene rapidamente convogliato nel contenitore che segue la vendemmiatrice.

Il numero di vendemmiatrici Pulcinelli operanti in Italia è di circa 180 unità.

Nella tabella 14 ho riassunto i modelli disponibili in Italia.



*Figura 99. Particolare del vibratore a pettine della vendemmiatrice.*

<b>PULCINELLI</b>				
<b>Modello</b>	<b>Tipo</b>	<b>Potenza (kW)</b>	<b>Capacità vasche (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Prezzo base (€)</b>
405.10	Semovente	44	-	70.000
405.20	Semovente snodata	44	-	90.000

*Tabella 14. Vendemmiatrici Pulcinelli disponibili in Italia.*

Le descrizioni delle caratteristiche tecniche sono state fornite dalle aziende che hanno risposto alla nostra richiesta di informazioni.

Modello	Tipo	Potenza (kW) <sup>(1)</sup>	Capacità vasche (m <sup>3</sup> )	Prezzo base (€)
<b>VENDEMMIATRICI A SCUOTIMENTO ORIZZONTALE</b>				
<b>PELLENC</b>				
3045	Trainata	44	2x1	69.000
3050 Smart-A	Trainata	59	2x1,2	96.000
8050 Easy Smart	Trainata	55	2x1,4	104.500
8090 Selectiv'Process	Trainata	66	2x1,4	127.500
Gamma 8000	Semoventi	74/127	2x1/2x1,7	172.000-234.000
<b>NEW HOLLAND</b>				
9040M	Semovente	104	2x1,325	191.500
9060L	Semovente	111	2x1,6	216.000
9090L	Semovente	129	2x1,6	233.000
9090X	Semovente	129	2x1,6	241.000
<b>GREGOIRE</b>				
G1	Trainata	44	2x1,2/2x1,35	75.000-110.000
G2	Trainata	44	2x1,2/2x1,5	89.000-140.000
G7	Semovente	106	2x1,2/2x1,4	130.000-180.000
G8	Semovente	123	2x1,4/2x1,6	170.000-230.000
<b>ALMA</b>				
Selecta 2	Trainata	51	2x1,2/2x1,5	76.400
<b>ERO*</b>				
Serie 6000 Grapeliner*	Semovente	114/147	2,2/3	165.000-245.000
<b>IM.E.CA.</b>				
HS27	Trainata	59	2x2	105.470
HS10	Trainata	59	2x1,5	111.890
<b>POMAC</b>				
V/TP 4	Trainata	66	2x2	80.000
V/TP-Di	Trainata	59	2x2	90.000
<b>VENDEMMIATRICI A SCUOTIMENTO VERTICALE</b>				
<b>TANESINI TECHNOLOGY</b>				
VSC1V	Semovente cingolata	106	1x4	193.000
<b>PATERLINI</b>				
MK56C	Portata lateralmente	44/51	-	65.000
MZ56S	Semovente cingolata	77	1x4	168.000
<b>METAL GEI</b>				
VGLP2	Portata lateralmente	44/51	-	45.000
V1	Semovente cingolata	103	1x4	120.000
<b>VENDEMMIATRICI PER VIGNETI A PERGOLA E TENDONE</b>				
<b>PULCINELLI (su licenza PASQUALI)</b>				
405.10	Semovente	44	-	70.000
405.20	Semovente snodata	44	-	90.000

(1) Se trainata potenza minima richiesta dal trattore.

*Tabella15. Tabella riassuntiva delle vendemmiatrici in commercio in Italia*

### ***SEZIONE III***

#### ***Problematiche attuali e prospettive future***

## **5. ASPETTI E PROBLEMATICHE DELLA VENDEMMIA MECCANICA**

Per un razionale impiego della vendemmia meccanica è importante che il viticoltore analizzi i principali fattori aziendali, quelli tecnici (aspetti viticoli, agronomici, operativi ed enologici) ed infine quelli economici.

### **5.1 Aspetti viticoli e agronomici**

L'ottimizzazione dell'utilizzo delle vendemmiatrici meccaniche deriva da una corretta impostazione del vigneto. Ciò significa che già relativamente all'impianto è necessario considerare i diversi aspetti agronomici che possono influenzare la macchina: la giacitura del terreno, l'orientamento e la lunghezza dei filari, la viabilità, le sistemazioni idraulico agrarie e gli ostacoli.

I terreni più idonei alla meccanizzazione della raccolta sono quelli pianeggianti, nonostante le macchine attuali siano in grado di affrontare oltre il 40 % di pendenza massima longitudinale e il 30 % di quella trasversale, poiché dotate di dispositivi che ne permettono la correzione dell'inclinazione. La sistemazione dei filari in pendenza dovrà preferibilmente essere a rittochino piuttosto che in traverso; infatti quest'ultimo tipo di impianto, a causa delle pendenze laterali, determina delle difficoltà nel corretto assetto della macchina; siccome poi col tempo possono formarsi dislivelli a gradino, questi diventano pericolosi per la stabilità dei pali di sostegno sottoposti alle sollecitazioni dei battitori; infine il fatto che le fasce produttive nei due lati del filare siano a un diverso livello dal suolo crea problemi operativi soprattutto se le macchine scavallatrici non sono autolivellanti.

Le cause principali che determinano un aumento dei tempi operativi delle vendemmiatrici sono riconducibili ai tempi di svolta e di sosta per lo scarico del prodotto, visto che oggi tutte le vendemmiatrici sono dotate di benne per lo stoccaggio momentaneo. Per ovviare a numerose manovre è necessario che le vie d'accesso siano comode e rapide in modo tale che si agevolino i trasporti e gli spostamenti; anche le capezzagne devono consentire manovre agevoli e veloci, a costo di aumentare leggermente le tare dell'appezzamento.

La situazione ottimale sarà rappresentata da filari lunghi e da capezzagne di almeno 4,5 m di larghezza. Vista la necessità da parte della vendemmiatrici di effettuare lo

scarico, è importante dimensionare adeguatamente i filari, interrompendoli in corrispondenza del punto in cui la macchina deve effettuare tale operazione; considerando che la produzione raccolta a macchina è caratterizzata da un elevato grado di ammostamento, dalla presenza di foglie e tralci e dalla assenza di raspi, si ha un aumento del peso specifico per cui una data massa occupa circa dal 50 % al 70 % del volume, rispetto all'uva intera, quindi l'effettiva capacità di trasporto delle benne risulta decisamente aumentata.

La sistemazione del terreno in termini di regimazione idrica è importante ai fini di un razionale utilizzo della vendemmiatrice; la presenza di irregolarità della superficie, dovuta a scoline, fossi e solchi da erosione, può portare alla necessità, anche in situazioni di stabilità limite, di effettuare manovre e percorsi a vuoto. Per ridurre le superfici non transitabili e quindi le tare dovute alle esigenze della meccanizzazione si può applicare un drenaggio sotterraneo.

La gestione del suolo influisce fortemente sul transito delle macchine; la presenza di inerbimento controllato, ove le condizioni pedo-climatiche lo permettono, favorisce gli spostamenti del mezzo anche in zone in cui il periodo vendemmiale si presenta piovoso. L'assenza dell'inerbimento, in particolare in suoli pesanti e bagnati, determina la formazione di zone compattate e si corre il rischio di immobilizzare la macchina a causa dello slittamento.

Molto spesso gli appezzamenti destinati all'impianto di un vigneto possono presentare ostacoli fissi, di varia natura, ad esempio pali e tralicci di linee elettriche o telefoniche, fabbricati o altri manufatti di interesse pubblico.

Tutti questi ostacoli condizionano l'uso delle macchine riducendone l'efficienza a causa di un aumento dei tempi operativi.

Anche la densità d'impianto deve trovare il giusto compromesso con gli attuali livelli di meccanizzazione. La tendenza odierna è infittire i sestri, cercando un incremento qualitativo, unito al contenimento delle produzioni. Ciò comporta non solo un aumento degli investimenti, ma spesso pone limiti strutturali all'utilizzo delle macchine in vigneto. Vi sono dunque larghezze minime da rispettare in relazione ai macchinari di cui si dispone (o che si intenderanno acquistare), sino a considerare la possibilità di utilizzare solo mezzi scavallanti, più facilmente manovrabili.

Le macchine per la raccolta delle contropalliere operano su sistemi di allevamento in parete. Esse sono esclusivamente scavallatrici e questa particolare

conformazione rende necessaria una altezza massima fuori terra dei pali, inferiore alla “luce libera” del tunnel di raccolta della macchina.

Oggi molto ampia è la scelta per ciò che riguarda il materiale della palificazione del vigneto: legno, cemento, ferro, materiali plastici e compositi; questi sono in grado di fornire alla struttura del vigneto una buona durata nel tempo e permettere l'utilizzo delle macchine vendemmiatrici resistendo alle sollecitazioni dei battitori.

In passato venivano impiegati pali in cemento vibrato che, a causa della ridotta elasticità, mal sopportavano l'azione degli scuotitori; inoltre presentavano sempre spigoli vivi che potevano rompersi e cadere nelle tramogge, con conseguenti danneggiamenti alle attrezzature di cantina.

Particolarmente adatti per la vendemmia meccanica sono i sostegni metalli, che coniugano ad un limitato ingombro un'ottima resistenza ed elasticità, assecondando le oscillazioni impresse dai battitori.

Un altro parametro da considerare è quello relativo al posizionamento della fascia produttiva della vite, che dovrà essere compreso nella zona in cui operano gli organi scuotitori per minimizzare le perdite sulla pianta.

L'altezza minima di tale fascia si colloca ad almeno 200-300 mm da terra per lasciare un adeguato spazio alle scaglie mobili e ai nastri trasportatori orizzontali, mentre lo sviluppo complessivo della fascia produttiva dovrebbe coprire uno spazio variabile da 1 a 1,5 m.

È opportuno ricordare che i battitori delle vendemmiatrici smorzano il loro effetto in corrispondenza dei pali di sostegno; per evitare che l'uva non venga raccolta è auspicabile che i grappoli non siano prossimi al palo.

Per quanto riguarda l'orientamento dei cordoni o dei capi a frutto, sarebbe conveniente, a file alterne o a gruppi di filari, orientare in senso opposto il cordone o il tralcio rinnovabile in modo che venga assecondato il senso di avanzamento della macchina.

## **5.2 Aspetti operativi**

Gli aspetti operativi riguardano la capacità di lavoro delle vendemmiatrici e l'efficienza nella raccolta; se le caratteristiche agronomiche e viticole precedentemente esposte sono ottimizzate la macchina può operare con tempi medi

di 2-3 h/ha indipendentemente dal livello della produzione, a differenza della raccolta manuale dove la capacità di un addetto si aggira mediamente tra 50 e 130 kg/h a seconda della livello di produzione e dell'organizzazione del lavoro.

A questo riguardo è da sottolineare che, mentre i tempi di raccolta manuale sono direttamente proporzionali alla quantità di uva che è presente nel vigneto, quelli della vendemmia meccanica sono poco influenzati dall'entità della produzione pendente.

Un'altra valutazione da fare è legata alla velocità di avanzamento delle vendemmiatrici; le macchine che operano a scuotimento orizzontale sono generalmente più veloci rispetto a quelle a scuotimento verticale, pertanto hanno una capacità di lavoro superiore, grazie anche alla loro maggior agilità nelle svolte.

Un altro fattore che influisce sulla capacità di lavoro delle vendemmiatrici è rappresentato dalla qualificazione professionale degli addetti alla loro guida, che se debitamente preparati riescono ad ottimizzare il lavoro, riducendo le perdite e minimizzando i danni al vigneto.

In generale, il cantiere di raccolta nella vendemmia meccanica è formato da un limitato numero di addetti: per la maggior parte delle macchine sono sufficienti 1-2 operai, oltre agli addetti adibiti al trasporto dell'uva raccolta. La produttività del lavoro, riferita al tempo operativo, che, nella vendemmia manuale, può essere mediamente stimata in 80 kg/h per operaio, sale nella vendemmia meccanica, di circa 30 volte e risulta quindi di circa 2.500 kg/h per operaio (*Baldini et al, 1984*). Per valutare l'operatività delle vendemmiatrici, oltre alla produttività, ai tempi totali, effettivi e di manovra, è necessario considerare l'efficienza di raccolta, le perdite totali e la qualità del prodotto vendemmiato.

### **5.3 Interazione macchina pianta**

Le operazioni vendemmiali, eseguite a macchina, possono interferire con la vite e con la struttura del vigneto. In particolare l'interazione macchina-pianta condiziona il risultato della vendemmia meccanica non solo nelle rese di raccolta e nella qualità del prodotto ma anche nella salvaguardia del vigneto, in funzione dei parametri costruttivi e di regolazione dello stesso mezzo meccanico (battitori, sistemi di pulizia, velocità di avanzamento, ecc.) (*Pezzi et al, 2008*). Tali parametri



interagiscono fra loro in modo variabile in funzione di altri aspetti, quali la forma di allevamento, i materiali di sostegno, il vitigno ed il livello di maturazione dell'uva. Il passaggio della vendemmiatrice può causare danni alle piante e alla struttura stessa del vigneto (rottura e fessurazione dei pali). Un evidente inconveniente è rappresentato dalla defogliazione più o meno intensa che si verifica a seguito dello scuotimento.

L'entità di tale fenomeno è molto variabile in funzione della regolazione della macchina e della preparazione del vigneto alla raccolta meccanica, con livelli che in casi estremi possono superare il 50 % (*Pezzi et al, 2007*).

Le foglie che non cadono potrebbero a loro volta venire imbrattate con il mosto che si realizza a seguito della spaccatura degli acini, il che non solo realizza una perdita di prodotto ma può provocare un disseccamento di parte delle stesse. Alcuni giorni dopo il passaggio della vendemmiatrice è possibile notare la necrosi di una parte delle foglie nell'area interessata dai battitori. Ciò è dovuto al mosto che, depositatosi sulla superficie fogliare, a causa della propria concentrazione zuccherina, esercita un richiamo osmotico di acqua dai tessuti che in breve si disidratano portando al disseccamento parziale o totale della lamina.

Meno frequente la rottura di tralci e speroni; soprattutto per questi ultimi è quasi esclusivamente limitata a quelli inseriti lateralmente sul cordone. Molto comunque dipende dalla forma di allevamento, che può assecondare più o meno efficacemente le sollecitazioni impresse dalla vendemmia meccanica. Altro danneggiamento alla pianta è rappresentato dalla possibile perdita di gemme, le quali possono subire un vero e proprio distacco oppure un disseccamento in seguito ad ammaccature.

Ciò comporta una perdita di produzione l'anno seguente, della quale bisogna tenere conto in fase di potatura secca, incrementando la carica di gemme in funzione del danno meccanico stimato.

Infine alcune ricerche danno credito al fatto che le sollecitazioni, provocate dal passaggio dei battitori, possano provocare embolisimi e cavitazioni dei vasi xilematici (*AA.VV.,2008*).

Il limite più importante della vendemmia meccanica riguarda però il timore di influire negativamente sulle rese di raccolta e sulla qualità del prodotto.

Anche la vendemmia manuale non è esente da perdite che si aggirano intorno al 1-3 % del prodotto pendente: si tratta per lo più, di grappoli che sfuggono agli operatori meno attenti o che vengono fatti cadere accidentalmente a terra.

Ovviamente con la vendemmia meccanica le perdite sono più elevate perché alle perdite visibili, ovvero il prodotto non distaccato dalla pianta e caduto a terra, si aggiungono le cosiddette perdite “occulte”, ossia il mosto aderente alla vegetazione o disperso dagli organi di pulizia.

Se non si considerano queste ultime le moderne vendemmiatrici registrano perdite sulla pianta e al suolo che si aggirano intorno al 5-7 %; esse variano in funzione delle caratteristiche del vigneto, dell’annata, della cultivar e del relativo grado di maturazione, in base alle quali è necessario regolare attentamente l’intensità di oscillazione degli organi scuotitori.

Le perdite occulte, che mancano nella vendemmia manuale, sono invece le più importanti per quella meccanica, nonostante gli agricoltori tendano a sottovalutarle in quanto sfuggono facilmente all’osservazione.

L’origine di queste perdite dipende da vari fattori, quali la dinamica del distacco, il tipo di vitigno, il grado di maturazione dell’uva, il principio di vendemmia e l’impropria regolazione degli organi di raccolta della vendemmiatrice.

Nelle macchine a scuotimento orizzontale le perdite occulte sono di solito più elevate rispetto a quelle vendemmiatrici a scuotimento verticale, le quali staccano gli acini per sollecitazione indiretta del grappolo. Nelle macchine a scuotimento orizzontale, i battitori agiscono direttamente sulla fascia produttiva, provocando la rottura degli acini e una elevata contaminazione delle foglie da parte del mosto. Oltre alle sollecitazioni trasmesse per il distacco dell’uva, possono diventare importanti anche quelle provocate dalla movimentazione del prodotto all’interno della vendemmiatrice, spesso trascurate dai produttori e utilizzatori di vendemmiatrici; passaggi veloci da un nastro all’altro, cambi di direzioni repentine e contatto radente sulle pareti possono generare, durante questo breve percorso, anche urti di una discreta intensità. Le varie soluzioni utilizzate dalle case costruttrici determinano una notevole variabilità del fenomeno, con alcuni casi preoccupanti, in cui la sommatoria delle sollecitazioni risulta simile a quelle prodotte dal battitore.

L’accorgimento principale per limitare le perdite di raccolta è la regolazione del battitore. Infatti la scelta della frequenza di battitura non può essere basata solo sulla valutazione delle perdite visibili, che possono indurre a utilizzare un’azione troppo energica, con una conseguente ripercussione negativa sulle perdite occulte. Pertanto i migliori risultati si ottengono con la frequenza strettamente sufficiente a

provocare il distacco dell'uva, lasciando una modesta presenza di acini non distaccati concentrati soprattutto nelle posizioni meno favorevoli (ad esempio in prossimità dei pali), nelle quali l'induzione al distacco implicherebbe l'utilizzo di una frequenza di battitura eccessiva (*Pezzi et al, 2007*). Col medesimo criterio occorre procedere anche per le altre regolazioni, quali l'apertura e l'ampiezza di oscillazione delle aste nello scuotimento orizzontale o l'intensità di pulizia ai ventilatori, al fine di non eccedere nel danneggiamento del prodotto, della pianta e del vigneto.

In generale con macchine perfettamente regolate e con sistemi di allevamento ottimizzati, le perdite totali di prodotto non superano il 10-12 % per le vendemmiatrici a scuotimento orizzontale e il 8-10 % per quelle a scuotimento verticale.

Il vero problema della vendemmia meccanica riguarda piuttosto il mantenimento della qualità del prodotto. Il passaggio della vendemmiatrice e le sollecitazioni trasmesse determinano in misura variabile un maltrattamento al prodotto. L'effetto più evidente riguarda l'ammostamento dell'uva raccolta, con una variabilità molto ampia dei valori (sino a raggiungere o addirittura superare livelli del 25-35 % dell'intera massa), condizionata come si è già detto, oltre che dalle caratteristiche e dalle condizioni del vitigno e del vigneto, dall'azione e dalla regolazione del battitore. Tale fenomeno aumenta in genere con l'incremento della frequenza di battitura e risulta più contenuto nella vendemmia a scuotimento verticale (*Pezzi et al, 2006*). L'ammostamento così come la defogliazione sono importanti in quanto principale causa delle cosiddette perdite "occulte". Un notevole ammostamento, mentre non crea problemi per vitigni a bacca rossa, per quelli a bacca bianca può innescare diversi effetti negativi, come l'ossidazione delle componenti fenoliche ed aromatiche, l'avvio di fermentazioni anomale, la precoce macerazione delle bucce e la cessione di sentori sgradevoli da parte di foglie e raspi (*Baldini et al, 2004*).

Questo fatto non deve però essere drammatizzato, sia perché anche la vendemmia manuale comporta ammostamento e tempi lunghi di attesa prima della lavorazione del prodotto, sia perché nella vendemmia meccanica possono essere adottati in campo e in cantina accorgimenti idonei a minimizzare i predetti indesiderati effetti biochimici.

## 5.4 Aspetti enologici

Le componenti che determinano il quadro organolettico del vino sono molteplici e dipendono dalla composizione chimica e dallo stato fisico del prodotto. L'azione della vendemmia meccanica può modificare le caratteristiche dei mosti e dei vini creando differenze rispetto alla raccolta manuale.

L'azione della vendemmiatrice provoca inevitabilmente un parziale ammostamento, che innesca i processi ossidativi, anche se tale conseguenza non deve essere drammatizzata, ricorrendo ad alcuni accorgimenti capaci di minimizzare i predetti indesiderati fenomeni biochimici.

La moderna tecnologia ci viene incontro offrendo macchine dal lavoro sempre più delicato e meglio equipaggiate in modo da preservare il più possibile la qualità, ad esempio installando sistemi aggiornati di separazione (diraspatrici, separatori a griglia, ecc.) direttamente sulle vendemmiatrici, che consentono una migliore pulizia del prodotto. È opportuno evidenziare l'effetto selettivo della raccolta a macchina nei confronti degli acinelli verdi, secchi o fortemente colpiti da muffa grigia (non si staccano dal raspo), che può portare a un miglioramento del vendemmiato, specie quando il distacco avviene per trasmissione indiretta dell'energia cinetica (*Baldini et al, 2004*). Inoltre va sottolineata la qualità dell'uva raccolta per scuotimento verticale, specie su alcuni nuovi sistemi di allevamento (GDC Cordone libero e Cordone speronato mobilizzato, Combi), dove il prodotto risulta particolarmente privo di impurità, costituito per lo più da acini integri, grappoli o porzioni degli stessi e la quantità di mosto è molto ridotta.

Altro aspetto da considerare è che l'uva raccolta a macchina presenta la quasi totale assenza dei raspi che ne riducono il peso ed il volume (per tal motivo alcune cantine pagano di più il raccolto a macchina). Ciò potrebbe causare problemi nella pressatura diretta cui sono spesso sottoposte le uve bianche. È infatti nota l'utilità di una percentuale di raspi che svolgono un importante effetto drenante all'interno della pressa, favorendo la percolazione del mosto.

La vendemmia meccanica può inoltre consentire una migliore distribuzione temporale del conferimento, progettando l'arrivo in cantina delle uve fin dalle prime ore del mattino. Ciò può essere un vantaggio logistico e qualitativo, consentendo di lavorare uve fresche, che non subiscono i danni della temperatura (ossidazione, perdita degli aromi, ecc.), specie in zone a clima caldo. In più si

verifica un notevole risparmio energetico qualora sia necessario, ai fini della vinificazione, il raffreddamento del mosto in cantina.

Il fattore tempo risulta in ogni caso fondamentale per preservare la qualità dei mosti e dei vini. Il lasso intercorrente tra raccolta e vinificazione non dovrebbe superare le due ore e, se necessario, protetto da biossido di zolfo. Operando in queste condizioni anche la vendemmia per scuotimento orizzontale esercita un'influenza assai limitata sulla qualità dei vini, che, dopo un adatto periodo di maturazione, sembrano perdere i difetti iniziali, divenendo più armonici e assimilabili a quelli ottenuti per raccolta manuale (*Scaramuzzi et al, 1974*).

In quest'ottica acquistano importanza i mezzi di trasporto non solo in relazione alle dotazioni tecnologiche atte a preservare la qualità del prodotto, ma anche semplicemente alla relativa dimensione e conformazione che, per quanto confacenti con le esigenze pratiche, dovrebbero scongiurare eccessivi schiacciamenti del prodotto.

Meritevoli di considerazione sono anche le sostanze minerali ed in particolare i cationi che, con la vendemmia meccanica, paiono aumentare per via del contatto fra mosto con parti metalliche e materiale estraneo trascinato nel vendemmiato (foglie, pezzi di corteccia e di tralci, frammenti di pali in cemento, ecc.).

L'uva proveniente da vendemmia meccanica risulta particolarmente delicata e degna d'attenzione. Partiamo con il dire che da un punto di vista enologico non tutte le uve si prestano ad essere raccolte meccanicamente, indipendentemente dalla loro predisposizione genetica al distacco, perché presentano come qualità intrinseca aromi o precursori degli stessi (es. Sauvignon) che devono necessariamente essere preservati. In questi casi, ossidazioni anche minime risultano deleterie, rendendo difficoltoso prevedere una loro raccolta meccanica. Non solo, più in generale diversi studi confermano come gran parte delle uve, anche quelle definite a "sapore neutro", presenta una base aromatica (benzoati, pirazine, norisoprenoidi, terpeni, ecc.) che deve essere necessariamente preservata.

Avendo già in precedenza descritto i più frequenti problemi, ai quali il tecnico deve far fronte operando con uve derivanti da vendemmia meccanica, indicherò ora come poter operare in modo da salvaguardare la qualità del prodotto.

Il parziale ammostamento dell'uva potrebbe non essere un così grave problema qualora, anche con la vinificazione in bianco, si pensi di operare in ambiente ossidativo. Per diverse varietà è infatti una tecnica piuttosto diffusa e il fatto che

l'ossidazione inizi già al momento della raccolta non incide troppo sul risultato finale del processo.

Discorso differente qualora si voglia proteggere il mosto dall'ossigeno. Innanzitutto è essenziale agire in fretta, fin dalla tramoggia della pigiatrice. Le reazioni enzimatiche principali, responsabili delle ossidazioni, possiedono una cinetica piuttosto veloce, specie alle temperature (sempre abbastanza elevate) che si verificano in vendemmia. La tecnica più semplice consiste nell'utilizzo di additivi chimici, come il biossido di zolfo il quale da solo non è in grado di prevenire tali inconvenienti, dato che il proprio potere riducente è inferiore rispetto alle catechine contenute nell'uva, che rapidamente assumono una colorazione brunastra. Essa però è essenziale per limitare l'azione delle polifenolossidasi (PPO).

Un potere riducente ben più importante è fornito dall'acido ascorbico, che effettivamente è in grado di catturare l'ossigeno molto prima rispetto ai composti ossidabili del mosto, catechine e sostanze aromatiche.

Va comunque ricordato come tale additivo può essere un'arma a doppio taglio se non gestito correttamente, perché ossidandosi crea una serie di reazioni a catena le quali, se non bloccate dal biossido di zolfo, possono risultare altamente ossidative. Perciò il suo utilizzo va sempre previsto in associazione con una certa percentuale di SO<sub>2</sub>.

In questa fase può essere favorevolmente sfruttato anche il potere antiradicalico, offerto dai tannini enologici, che limitano l'azione ossidante dell'ossigeno attivato, unendo anche un certo effetto batteriostatico (seppure piuttosto blando ai dosaggi normalmente utilizzati sul mosto); essi quindi possono coadiuvare l'azione della SO<sub>2</sub> non solo in qualità di antiossidante ma anche come stabilizzatore microbiologico. Più impegnativi e costosi sono i metodi fisici, che si basano sull'abbassamento della temperatura e sul controllo dell'atmosfera mediante gas inerte (CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>). L'abbassamento della temperatura può essere realizzato su carri per il trasporto dell'uva con superfici di scambio termico, che montano macchine frigorifere o, più semplicemente, che vengono alimentati con materiali criogenici raffreddati in impianti presenti in cantina. Anche questi metodi, tuttavia, presentano evidenti limiti legati alla scarsa capacità di scambio termico dell'uva, che rende impossibile un'azione uniforme su tutta la massa. Una pratica attualmente abbastanza diffusa è l'impiego di ghiaccio secco (neve carbonica pellettata), già

partendo dalla tramoggia di scarico della vendemmiatrice, che svolge la duplice funzione di raffreddamento e di inertizzazione.

Quasi sempre, però, queste tecniche trovano un forte limite alla loro diffusione negli elevati costi che richiedono e nella scarsa praticità nell'applicazione. Una recente proposta, che si è dimostrata efficace, pratica ed economica, è rappresentata da un carro per il trasporto, che prevede la separazione della componente liquida da quella solida, così da applicare tecniche enologiche differenziate per le due frazioni già prima dell'arrivo in cantina.

Tutte queste pratiche possono consentire di limitare l'utilizzo dell'anidride solforosa, che specie nei vini bianchi sarebbe opportuno evitare perché contribuisce all'estrazione delle catechine. Così anche per i rossi, bisognerebbe ridurre al minimo l'impiego nell'ottica di produrre vini con contenuti in solfiti sempre più bassi.

La  $\text{SO}_2$  che si utilizza in vinificazione, infatti, se da una parte rappresenta una sicurezza per l'enologo in termini di contaminazioni microbiche, dall'altra è sicuramente una zavorra, che ci si trascina lungo tutto il processo produttivo. Ciò è dovuto al fatto che in fermentazione l'azione combinata, dovuta allo strippaggio da parte della  $\text{CO}_2$ , e la contemporanea produzione di composti in grado di combinare l'anidride solforosa (es. acetaldeide) incidono negativamente sul rapporto fra  $\text{SO}_2$  totale e libera, dalla quale deriva direttamente la frazione "molecolare" (in funzione del pH) che com'è noto rappresenta la parte attiva del composto. Perciò un consiglio generale potrebbe essere quello di non lesinare sull'utilizzo di tale coadiuvante qualora le uve non fossero perfettamente sane, ma limitarne drasticamente l'utilizzo su prodotti maturi e non danneggiati, persino eliminare del tutto l'aggiunta (naturalmente solo qualora si provveda ad un immediato ed importante inoculo di lieviti secchi attivi, che possano immediatamente instaurare il sopravvento sulla microflora indigena, innescando l'inizio della fermentazione alcolica) (Arfelli *et al*, 2007).

## **5.5 Gestione delle uve vendemmiate**

Come accennato più volte, i problemi attuali della vendemmia meccanica sono legati alla conservazione dell'integrità e del livello qualitativo del prodotto



raccolto, al controllo dei fenomeni chimico-biologici di alterazione delle uve e dei mosti prima della lavorazione in cantina, alla sicurezza igienico-sanitaria dei contenitori, al rispetto della normativa di trasporto su strada e all'ottimizzazione della ricezione in cantina. L'elevato grado di ammostamento ottenuto dalla vendemmia meccanica può infatti innescare diversi effetti negativi alla qualità del prodotto stesso, come l'ossidazione delle componenti fenoliche ed aromatiche, l'avvio di fermentazioni indesiderate da parte dei lieviti apiculati, la precoce macerazione delle bucce e le cessioni di sentori sgradevoli da parte di foglie e raspi. Dal punto di vista enologico la condizione ottimale sarebbe che le uve arrivassero intere e velocemente alla cantina.

Il trasporto delle uve provenienti da raccolta meccanica, un tempo, ma in molti casi ancora oggi, veniva effettuato impiegando carri agricoli generici, muniti di teloni plastici per impermeabilizzare il cassone. In seguito alla continua espansione della vendemmia meccanica molte ditte produttrici si sono adoperate alla progettazione e costruzione di diversi modelli di vettori per il trasporto dell'uva sino alla cantina, che si possono riassumere in carri ribaltabili e rimorchi auto scaricanti (*Pezzi et al, 2008*).

### Carri ribaltabili

Questi carri dispongono di un sistema idraulico per il ribaltamento della vasca. Sono la soluzione costruttivamente più semplice, ma richiedono la presenza in cantina di un'adeguata tramoggia di ricezione. La loro capacità difficilmente supera i 20-30 hl, ma possono circolare facilmente nell'interfila del vigneto. Le vasche di raccolta delle uve possono essere integrate al mezzo di trasporto, come i carri con sponde impermeabilizzate, oppure possono essere solidali ad esso. In questa categoria si possono inserire anche i contenitori portati di ridotta capacità, quali i bins (0,5-2 m<sup>3</sup>), movimentati da forche elevatrici e solitamente impiegati per trasferire le uve dall'interno del vigneto su mezzi di maggiore capacità o per il conferimento in cantina di piccole quantità su brevi tragitti.

### Rimorchi autoscaricanti

I carri autoscaricanti prevedono che la vasca di raccolta sia integrata a sistemi di svuotamento, tramite i quali scaricano l'uva direttamente in pressa o diraspapigiatrice. Per tale scopo spesso sono provvisti di sistemi di sollevamento della

vasca per raggiungere la quota di scarico necessaria. L'alimentazione diretta consente di bypassare in cantina la tramoggia di ricezione delle uve, con conseguenti vantaggi per il rispetto dell'integrità della materia prima e per una più facile gestione della zona adibita alla ricezione delle uve.

Rispetto ai rimorchi ribaltabili, i carri autoscaricanti sono costruttivamente più complessi, hanno una capacità di carico generalmente inferiore ed un costo di acquisto superiore.

I rimorchi autoscaricanti si differenziano fra loro essenzialmente per il tipo di svuotamento, la capacità, la forma e la facilità di pulizia.

Lo svuotamento delle uve può avvenire mediante coclea, coclea e pompa e piano vibrante.

#### Rimorchi autoscaricanti a coclea

Questi rimorchi sono a svuotamento progressivo: possono quindi alimentare direttamente una pressa, un tino, un convogliatore, ecc., posti ad un livello più basso (*figura 100*).



*Figura 100. Rimorchio autoscaricante a coclea.*

È indispensabile che la coclea abbia un grande diametro, una rotazione lenta e che il rivestimento interno sia idoneo a quello della resistenza meccanica. La rotazione della coclea può essere assicurata sia mediante la presa di potenza del trattore, sia mediante un motore elettrico che facilita la centralizzazione dei comandi. La coclea viene posizionata orizzontalmente nella parte inferiore della vasca appositamente conformata e, con la rotazione, è in grado di spostare la massa verso una portella

posteriore da cui l'uva viene fatta defluire. Il sistema è costruttivamente abbastanza semplice, ma può determinare per abrasione discreto danneggiamento delle uve. In alcuni casi il carro viene completato da accessori per separare e anticipare il deflusso del mosto rispetto alla frazione solida e di sistemi di sollevamento della vasca per raggiungere la quota di scarico necessaria.

#### Rimorchi autoscaricanti a coclea e pompa

Questi rimorchi, molto costosi, sono attrezzati con una pompa che permette lo scarico a distanza dell'uva e l'eliminazione delle fosse di ricezione. La coclea alimenta direttamente una pompa mohno o a rotore ellittico, idonea al trasporto di prodotti semisolidi. Questa soluzione risulta più complessa e viene applicata solo nei casi di carico diretto della pressa.

Per questi rimorchi valgono le stesse annotazioni fatte per quelli a sola coclea, con un particolare riguardo alle qualità enologiche della pompa di scarico che deve funzionare a basso regime di giri e lasciare integri i raspi.

#### Rimorchi autoscaricanti a piano vibrante

Questi rimorchi garantiscono un'evacuazione dell'uva assolutamente non traumatica grazie allo scarico mediante basi vibranti (*figura 101*).



*Figura 101. Rimorchio autoscaricante a piano vibrante.*

La tecnica della vibrazione infatti assicura uno scarico fluido e costante dei grappoli nella diraspa-pigiatrice, evitando ogni stress meccanico. Il piano vibrante viene posizionato sull'intero pianale della vasca o solo sulla porzione finale e durante il funzionamento sposta con gradualità le uve verso la zona di scarico. L'azione del piano vibrante è agevolata dalla parziale inclinazione della vasca. Questi rimorchi sono muniti di sistemi di sollevamento della vasca per raggiungere la quota di scarico necessaria. Tuttavia questo sistema è costruttivamente complesso e abbastanza costoso.

### Rimorchi raffreddati

Il raffreddamento è il principale strumento enologico di stabilizzazione delle uve e del mosto.

Il controllo della temperatura può essere ottenuto attraverso l'impiego di diverse tecniche di raffreddamento:

- con macchine frigorifere elettriche, azionate dalla presa di potenza della trattrice (*figura 102*). Per valutare l'efficacia di queste macchine, abbastanza complesse e costose, occorre considerare che nelle applicazioni commerciali si utilizzano impianti frigoriferi con capacità termica di 3.500-6.000 frigorie per tonnellata di uva trasportabile e che, nelle condizioni pratiche in cui si verifica una certa perdita di frigorie verso l'esterno, per abbassare di 1 °C una tonnellata di uva occorrono circa 1.100 kcal. Si può quindi stimare che il raffreddamento massimo, realizzabile in un'ora di trasporto o di sosta, sia di circa 3-5 °C. Considerando anche le grandi masse di uva da raffreddare e la scarsa conducibilità termica dell'uva intera, tali sistemi si dimostrano idonei per modesti abbassamenti di temperatura;
- con scambiatori di calore ad intercapedine o piastre all'interno delle quali circola liquido criogenico (ghiaccio secco o acqua glicolata raffreddata). Questi mezzi, costruttivamente abbastanza semplici ed economici, hanno una capacità raffreddante ancora più limitata vista la bassa capacità di carico del materiale criogenico;
- iniettando direttamente nel prodotto da raffreddare anidride carbonica liquida o solida. Questo sistema sfrutta le frigorie generate dal passaggio allo stato gassoso e consente un interessante effetto inertizzante sull'atmosfera della vasca di contenimento. Questi carri permettono di risolvere il problema della

sosta in vigneto e del trasporto in cantina, anche per lunghi tragitti, senza avere conseguenze negative sul prodotto. I rimorchi così modificati sono in grado di mantenere temperature in campo fra i 12 e i 18 °C a seconda delle condizioni di utilizzo, provvedendo ad un raffreddamento dell'uva in fase di raccolta e garantendo la stabilità delle caratteristiche e delle proprietà specifiche delle singole uve, anche in presenza di giornate particolarmente calde.



*Figura 102. Rimorchio raffreddato con macchina frigorifera.*

Tuttavia l'applicazione di queste tecniche di raffreddamento, se riservate alla sola frazione liquida, più delicata e pregiata, avrebbero una maggior efficacia, comportando meno perdite di frigorie abbassando notevolmente i costi (Pezzi *et al*, 2008).

## **5.6 Aspetti economici**

L'aspetto economico della vendemmia non è assolutamente trascurabile poiché è certamente l'operazione colturale del vigneto più onerosa.

Insieme alla potatura secca e verde incide in maniera preponderante sui costi di produzione tanto che, complessivamente, tali interventi possono assorbire fino all'80-90 % del tempo totale richiesto per la gestione.

Per capire meglio i vantaggi economici della vendemmia meccanica dobbiamo prima analizzare i costi della vendemmia manuale.

Come noto, la quantità d'uva raccolta manualmente dipende dal tipo di vigneto, varietà, dimensione media dei grappoli, posizione della zona fruttifera, produzione unitaria, forma di allevamento, fogliosità e affastellamento vegeto-produttivo della vite al momento della raccolta, nonché dalla stessa annata. Infatti l'insieme dei parametri prima descritti possono far variare in modo significativo la resa oraria da 50 ai 150 kg per persona (mediamente 70-80). Se si considera il costo di un vendemmiatore pari a circa 10 €/h, in un vigneto di pianura con una produzione di 30 t/ha si spendono circa 2.000 €/ha, che corrispondono a circa 66,7 €/t. Ipotizzando invece una situazione di collina con una produzione di 8 t/ha il costo per ettaro diventa di circa 1.600 €/ha, pari ad un costo di 200 €/t. Naturalmente a questi costi vanno aggiunti quelli per lo svuotamento dei contenitori e per il trasferimento del prodotto dalla vigna alla cantina.

Al di là degli innegabili vantaggi, legati alla rapidità delle operazioni e al superamento di una contingente carenza di manodopera, la convenienza economica della vendemmia meccanica è subordinata ad una serie di valutazioni. Queste variano sensibilmente in rapporto alle caratteristiche delle aziende e dei vigneti, alla tipologia e al costo della macchina, al valore e quantità di produzione, all'entità delle perdite totali e al valore commerciale dell'uva raccolta.

A tali costi diretti devono essere aggiunti quelli indiretti, costituiti dal valore delle perdite. Si arriva così a una stima prudenziale che porta l'onere effettivo della vendemmia meccanica eseguita da contoterzisti a un livello del più basso rispetto a quello della raccolta manuale. È ovvio però che il costo della vendemmia meccanica è ancora più basso se le macchine vengono direttamente gestite dalle aziende singole o associate e se esse operano al meglio delle loro potenzialità.

È facilmente intuibile che il calcolo dei costi della vendemmia meccanica, ad ettaro o per unità di prodotto raccolto, non è di semplice determinazione poiché molte sono le variabili da considerare.

Per fornire alcune indicazioni sulla convenienza all'utilizzo della vendemmia meccanica è stata effettuata una valutazione economica, finalizzata a individuare la superficie minima vitata, utile all'acquisto in proprio di una vendemmiatrice rispetto all'esecuzione manuale della raccolta o rispetto all'utilizzo di un servizio di noleggio.

La valutazione ha ipotizzato due differenti scenari:

- A - La vendemmia con una macchina trainata in un vigneto allevato a spalliera ubicato in collina, gestito per una produzione di qualità.
- B - La vendemmia con una macchina semovente in un vigneto allevato a GDC situato in pianura, gestito per un'alta produzione unitaria.

Le caratteristiche colturali, operative e commerciali delle due situazioni sono riassunte nella tabella 16.

Situazioni	A	B
Forma d'allevamento	cordone speronato	GDC
Sesto d'impianto (m)	3 x 1	4 x 1
Vitigno	Sangiovese	Trebbiano Romagnolo
Produzione unitaria (t/ha)	12	30
Valore unitario della produzione (€/t)	500	220
Vendemmiatrice	SO trainata	SV semovente
Operatori impiegati	1	1
Velocità della vendemmiatrice (km/h)	1,5	2,0
Rendimento di impiego (%)	70	70
Tempi unitari di lavoro (h/ha)	3,2	3,6
Consumo specifico combustibile (g/kWh)	-	200
Consumo specifico lubrificante (g/kWh)	-	4
Perdite di raccolta (%)	10	5
Produttività della manodopera nella raccolta (kg/h)	80	150
Tariffa del noleggio (€/ha)	780-940	700-950

*Tabella 16. Caratteristiche colturali, operative e commerciali delle due situazioni valutate.*

Nella tabella 17 sono invece riportati gli elementi economici utilizzati per il calcolo del costo d'esercizio, eseguito secondo la metodologia di calcolo raccomandata dall'ASAE, basato su valori rappresentativi della provincia di Ravenna, desunti da varie fonti (APIMAI, Agrintesa Soc.Coop.agricola).



Elementi economici	Valori
Prezzo di listino delle macchine (PL) (€):	
- Vendemmiatrice SO trainata	95.000
- Vendemmiatrice SV semovente	190.000
Valore residuo (VR)	10 % PL
Durata fisica (N)	4000 h
Utilizzazione annuale (U)	h/anno
Anni di utilizzo (n)	N/U (max. 12)
Costi fissi (€/anno)	
- Ammortamento	(PL-VR)/n
- Interessi	5 % (PL+RV)/2
- spese varie	3 % PL
Costi variabili (€/h)	
- riparazione	66 % PL/N
- manutenzione	0,15 h/h lavoro
- trattore	45
- conducente	15
- manodopera per raccolta	10
Costi materiali di consumo (€/kg)	
- gasolio	1
- olio	5

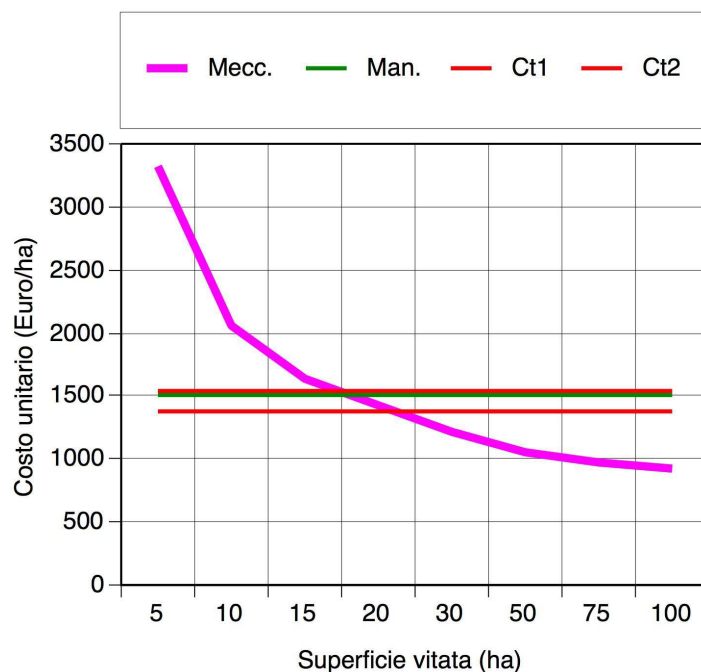
*Tabella 17. Elementi economici utilizzati nel calcolo del costo d'esercizio.*

Come si vede dalla figura 103, la scelta fra raccolta manuale nelle condizioni produttive tipiche delle zone collinari e l'utilizzo di vendemmiatrici a noleggio non si discosta in maniera significativa: la vendemmia manuale comporta un costo unitario di circa 1.500 €/ha, mentre la vendemmia meccanica realizzata da contoterzi varia, nel range tariffario applicato dai contoterzisti, da 1.380 a 1.540 €/ha. L'impiego in proprio di una vendemmiatrice trainata determina un costo unitario decrescente con l'aumentare della superficie interessata alla raccolta e risulta conveniente rispetto alla raccolta manuale su superfici maggiori ai 18 ha. Per raggiungere una soglia di convenienza rispetto al costo del noleggio della macchina è invece necessario disporre di almeno di 20-25 ha di vigneto.

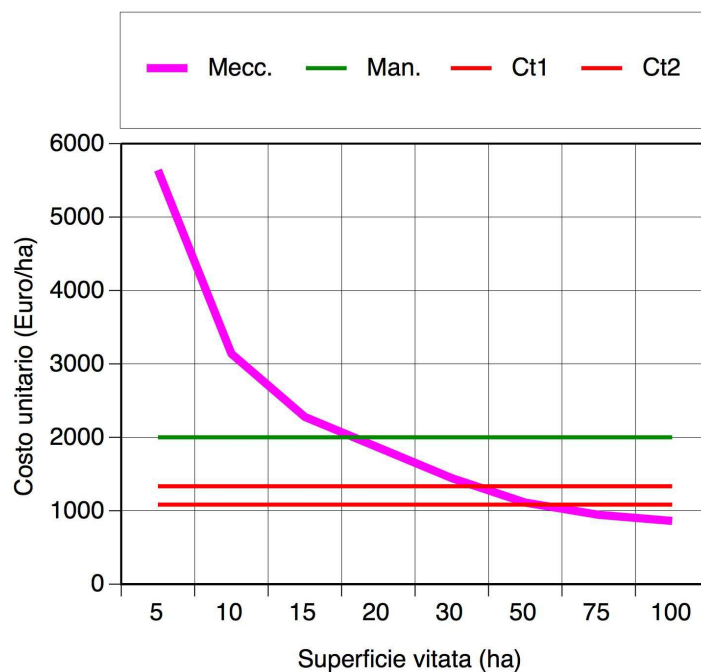
Una situazione economica molto differente si trova invece nelle produzioni viticole di pianura, dove la maggiore produzione unitaria e i valori inferiori delle uve determinano una scelta facile verso l'impiego della vendemmia meccanica. Infatti i costi della raccolta manuale nell'esempio considerato sono di 2.000 €/ha contro i 1.075-1.325 €/ha della raccolta eseguita mediante contoterzi (figura 104).

In questo caso l'uso in proprio della vendemmiatrice risulta facilmente conveniente rispetto alla raccolta manuale (superfici maggiori di 17 ha), mentre rispetto al

servizio di noleggi il tornaconto economico si raggiunge operando su superfici di vigneto maggiori di 40 ha.



*Figura 103. Costi unitati della raccolta meccanica, manuale e mediante contoterzista del sangiovese allevato in collina (situazione A).*



*Figura 104. Costi unitati della raccolta meccanica, manuale e mediante contoterzista del trebbiano romagnolo allevato in pianura (situazione B).*

## **6. PROSPETTIVE ED ESIGENZE FUTURE DELLA VENDEMMIA MECCANICA**

I passi da gigante compiuti dalle vendemmiatrici in questi ultimi anni, se da un lato potevano far pensare che non ci fosse più nulla da inventare, dall'altro continuano a stimolare le case costruttrici ad una positiva concorrenza, che di fatto sfocia in un continuo, graduale, perfezionamento tecnologico.

Già con l'introduzione del concetto di multifunzione avvenuto negli anni novanta le principali case costruttrici (Pellenc, Gregoire, New Holland-Braud) hanno permesso di migliorare la qualità e l'organizzazione delle operazioni che si traduce in una notevole riduzione dei costi di gestione. Queste macchine sono in grado di soddisfare diverse esigenze grazie all'unione di versatilità e capacità di lavoro. È bastato sviluppare un sistema portattrezzi, concepito fin dall'inizio per supportare diversi utensili, con la possibilità di intercambiarli agevolmente tramite intervento rapido e alla portata delle persone aziendali. Le macchine multifunzione oggi sono in grado di svolgere praticamente tutte le operazioni agronomiche richieste dal vigneto quali: pre-potatura, cimatura, defogliazione, spollonatura, trattamenti antiparassitari e anche lavorazioni combinate.

Nonostante la vendemmia meccanica abbia raggiunto elevati livelli qualitativi, sono alle porte ulteriori miglioramenti delle prestazioni di queste operatrici, che riguardano la sicurezza, il confort e i consumi delle vendemmiatrici ma soprattutto la differenziazione della raccolta in base alla qualità delle uve.

A livello di confort le attuali vendemmiatrici assicurano all'operatore la massima comodità di guida e controllo della macchina (*figura 105*).

Silenziosità ed elevata visibilità restano aspetti fondamentali della postazione di guida, che tuttavia è già da un po' di tempo agevolata dall'ausilio di telecamere le quali possono essere posizionate in vari punti della macchina per favorire il controllo di punti meno visibili.

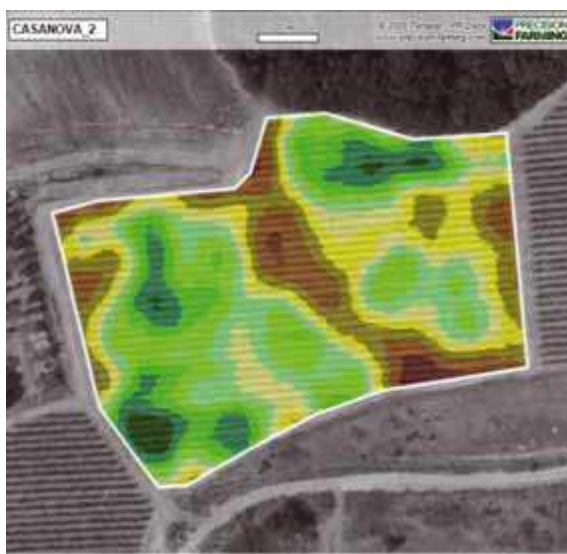
Sempre a livello di sicurezza è giusto far notare che, grazie all'inserimento di computer di bordo, è possibile memorizzare le condizioni di lavoro ideali per quel particolare appezzamento e intervenire anche sul controllo dei consumi in funzione delle potenze effettivamente richieste nelle particolari situazioni di campo.



*Figura 105. Moderna cabina di una vendemmiatrice semovente.*

Ciò che potrà presentare nel futuro un forte tema di sviluppo è l'approccio sempre più concreto alla viticoltura di precisione. Tale sistema ha tra gli obiettivi primari quello di individuare, all'interno del vigneto, la variabilità nello sviluppo vegetativo delle viti, la quantità di uva prodotta e la qualità del vendemmiato.

Tutto ciò è reso possibile grazie alla tecnologia legata al sistema di posizionamento globale installato sulle macchine (GPS) e a sistemi di acquisizione remoti e prossimali. I sistemi di acquisizione remoti mirano alla realizzazione di mappe tematiche elaborate con il telerilevamento sia da satellite che da aereo; questi mostrano, con differenti colori, i livelli di vigoria del vigneto in base alla densità della vegetazione: un parametro che permette di prevedere, almeno per sommi capi, la qualità delle uve (*figura 106*).



*Figura 106. Mappa di vigoria di un vigneto.*

Queste mappe sono inserite nel computer della vendemmiatrice e indicano all'operatore dove si trovano, presumibilmente, le uve più mature e pertanto di qualità migliore. Inoltre queste mappe di vigoria possono essere integrate con opportuni campionamenti a terra nelle zone individuate come appartenenti a classi di vigore differenti, che potranno dare un preciso quadro della situazione realmente presente nel vigneto, permettendo di creare curve di maturazione specifiche per le varie zone e fornendo l'opportunità di condurre la vendemmia in maniera selettiva, intervenendo eventualmente in momenti diversi nelle varie zone del vigneto. Questo ovviamente grazie alla possibilità di avere una intelligenza geografica a bordo della vendemmiatrice che permetta di riconoscere la propria posizione nel vigneto e adeguare di conseguenza la funzionalità della macchina alle scelte programmate a priori dai tecnici aziendali, ed eventualmente interrompendo la raccolta nelle zone di minore maturità.

Lo sviluppo del telerilevamento potrebbe anche progredire in maniera alternativa attraverso la creazione di una mappa di prescrizione, con la messa a punto di sistemi di acquisizione prossimali; questo grazie all'istallazione a bordo delle vendemmiatrici di sensori di lettura che analizzano il grado zuccherino, l'acidità, il pH, il contenuto di antociani, il peso dell'uva oppure il suo volume. Tali analisi vengono effettuate attraverso dispositivi di misura in continuo, come il rifrattometro, il piaccametro, il termometro oppure sfruttando la tecnologia NIR, che analizza il fascio di luce riflessa dal prodotto nella gamma dello spettro infrarosso, correlato ai polifenoli o allo stato di maturazione o fitosanitario e infine ai distributori rotativi in grado di pesare in continuo l'uva raccolta. Tutti questi parametri con l'ausilio del GPS potranno essere georeferenziati ovvero localizzati in un punto preciso del vigneto per la costituzione di una banca dati. La registrazione di questi dati potrebbe permettere di elaborare mappe qualitative, alternative a quelle di vigore telerilevate dall'alto e smistare le uve in un serbatoio o nell'altro in funzione della mappatura assegnatagli. Sicuramente le nuove tecnologie informatiche disponibili dovranno segnare le scelte degli sviluppi di queste macchine a favore di una gestione sempre più attenta e precisa del vigneto.

A tal riguardo, come accennato nel capitolo precedentemente, la ditta New Holland ha messo a punto la vendemmiatrice Hqs. La prima macchina capace di reagire automaticamente alla lettura della mappa cartografica della vendemmia e di

smistare, secondo le indicazioni della mappa stessa, le uve nel cassone di destra o di sinistra, ottenendo così da uno stesso vigneto due raccolti differenziati in base alla qualità. Essendo dotata di Gps, la vendemmiatrice riesce a leggere la cartografia in tempo reale sulla base di due parametri qualitativi, rilevati da sensori ottici, in modo tale che gli attuatori inviano le uve nell'uno e nell'altro cassone a seconda del criterio previsto e reimpostato.

## ***SEZIONE IV***

***Sperimentazione svolta nel triennio di dottorato***



## **7. PARTE SPERIMENTALE**

Dopo circa quarant'anni di studi ed evoluzione, le vendemmiatrici hanno raggiunto un buono standard in termini di produttività, qualità del lavoro e basso costo di utilizzo. Nonostante questo in Italia la vendemmia meccanica incontra ancora diversi punti di criticità che ne condizionano la diffusione.

Nei capitoli successivi presenterò i risultati di ricerche poliennali, da me seguite totalmente o parzialmente nell'ambito del presente dottorato, relative a differenti problematiche della vendemmia meccanica.

Mi auguro che gli studi condotti in questi anni, mirati a migliorare i processi di raccolta e trasporto del vendemmiato a macchina, possano servire alle ditte produttrici a prevedere miglioramenti e innovazioni tecnologiche in tale ambito; per quanto riguarda gli utilizzatori finali spero possano incentivare l'impiego delle vendemmiatrici ancora molto limitato nel nostro paese.

### **7.1 Metodi di valutazione delle prove**

La valutazione delle differenti prove realizzate è stata effettuata analizzando i parametri operativi, qualitativi e quantitativi.

La metodologia di rilievo è stata proposta già agli albori della vendemmia meccanica (AA.VV., 1978) con una procedura che risulta ancora oggi in gran parte valida. Ci si può comunque rammaricare come negli anni successivi ben poco sia stato proposto per migliorare l'esecuzione delle indagini, soprattutto per meglio analizzare le interazioni fra macchina e pianta e fra macchina e qualità del prodotto raccolto. In questo contesto le recenti indagini svolte dal gruppo di lavoro del DEIAgra si sono basate anche su metodi di rilievo innovativi al fine di conoscere meglio alcuni aspetti salienti della vendemmia meccanica che fino ad ora sono stati trascurati dalla ricerca.

Normalmente le prove prevedono la seguente sequenza: individuazione di una o più basi di rilievo, valutazione delle condizioni dell'impianto, regolazione della macchina, esecuzione dei rilievi previsti, valutazione tecnologica dell'intervento.

### Base di rilievo

Normalmente, per consentire alla macchina di realizzare una raccolta rappresentativa delle condizioni di normale impiego, i rilievi vengono effettuati su parcelle di 20-30 metri, rappresentate da tratti di filare omogenei e senza fallanze, effettuando 3-4 ripetizioni randomizzate per ogni tesi ed ogni vitigno.

Ogni parcella di lavoro viene isolata, raccogliendo manualmente la produzione ai suoi estremi, per un ampiezza di circa 3 metri; ciò consente di delimitare con precisione la parcella di rilievo e di impiegare le macchine a pieno regime di lavoro.

### Condizioni della coltura

La prova viene normalmente preceduta da una serie di rilievi per definire le caratteristiche della produzione e delle piante al momento della raccolta. A tale scopo, su un numero adeguato di piante scelte a random al di fuori delle parcelle individuate, vengono misurati:

- la produzione unitaria;
- le caratteristiche morfologiche della produzione;
- i principali valori analitici delle uve (solidi solubili, acidità, pH);
- la resistenza al distacco degli acini;
- la massa e la superficie fogliare unitaria;
- l'umidità delle foglie.

### Regolazione della vendemmiatrice

Prima dell'esecuzione del lavoro è fondamentale individuare le regolazioni della macchina che rispondono alle finalità della tesi. A tale scopo sono necessari controlli operativi in porzioni del vigneto al di fuori delle basi di prova. Questi test preliminari servono innanzitutto per scegliere e misurare la velocità d'avanzamento e la frequenza del battitore (*figura 107*). Il battitore viene regolato in altri parametri fondamentali; ad esempio nelle vendemmiatrici a scuotimento orizzontale il battitore viene predisposto nel numero e nella distribuzione delle aste, nella distanza fra le due serie di aste, ed eventualmente nell'ampiezza del loro

movimento di oscillazione. Importante è anche la regolazione dei sistemi di pulizia (aspiratori, diraspatori, ecc) per realizzare una adeguata eliminazione delle parti vegetali distaccate, che se regolate in modo non corretto, potrebbero determinare un aumento delle perdite occulte.



*Figura 107. Tacchिमetro portatile laser per rilevare la frequenza dei battitori.*

### Rilievi attuati dopo la raccolta

Una volta eseguita la raccolta, rispettando le regolazioni della vendemmiatrice prima scelte, vengono eseguiti rilievi per caratterizzare il vendemmiato, l'entità delle perdite e l'azione sulle piante.

L'intera massa di uva raccolta viene sgrondata e pesata per determinare la produzione unitaria e il grado d'ammontamento provocato. Un campione significativo della massa sgrondata viene poi utilizzata per separare manualmente le parti vegetali (foglie e tralci) e misurarne la loro incidenza in percentuale.

Un rilievo importante riguarda la determinazione delle perdite, comunemente definite visibili e occulte. Le prime sono rappresentate dai grappoli o da frazioni di questi, rimasti sulle piante o caduti a terra. La loro determinazione non presenta particolari difficoltà in quanto vengono raccolti manualmente dalle piante o intercettati da teli appositamente posizionati sul suolo prima del passaggio della macchina (*figura 108*). In questa fase è utile anche determinare, su un campione significativo, il peso medio dei raspi per avere una misura più esatta del prodotto non distaccato.



*Figura 108. Rilievo delle perdite visibili, il prodotto caduto a terra viene intercettato da teli appositamente posizionati sul suolo prima del passaggio della macchina.*

Più impegnativo si dimostra il rilievo delle perdite impropriamente definite occulte, in quanto sono chiaramente visibili ma di difficile quantificazione; esse sono rappresentate dal mosto, che viene espulso direttamente dagli organi di pulizia o che bagna le foglie. A questo riguardo il gruppo di lavoro con cui ho collaborato ha messo a punto un metodo per quantificare questo tipo di perdita, che prima veniva stimata indirettamente. Tale metodo analizza il mosto che bagna le foglie, misurandone il grado zuccherino e l'umidità delle foglie prima e dopo la vendemmia secondo la seguente relazione:

$$M = F - \frac{U - F(1 - a_m)}{(a_m - a_f)}$$

dove:

$M$  è il mosto perso (g);  $F$  è la massa delle foglie bagnate con il mosto, dopo il passaggio della vendemmiatrice (g);  $U$  è la sostanza secca di  $F$  (g);  $a_m$ , è la frazione d'acqua del mosto;  $a_f$  è a frazione d'acqua delle foglie prima della vendemmia.

Per il rilievo sulle foglie bagnate rimaste sulle piante è fondamentale una loro raccolta in tempi molto rapidi, per definirne il peso umido prima che subentrino fenomeni di evaporazione (*figura 109*).



*Figura 109. Raccolta delle foglie bagnate dopo il passaggio della vendemmiatrice.*

Per il mosto disperso dagli organi di pulizia invece si utilizza un sistema igroscopico, costituito da una rete a maglia stretta contenuta in un lungo sacco di iuta, che intercetta il flusso in uscita su tutta la base di rilievo da un ventilatore. Le foglie vengono raccolte dalla rete e pesate e il mosto che le bagna viene calcolato secondo il metodo sopra descritto. Il mosto libero non trattenuto con le foglie viene invece trattenuto dal sacco di iuta e determinato per differenza del peso di quest'ultimo dopo e prima della raccolta. Qualora la vendemmiatrice utilizzi anche altri sistemi di selezione, come diraspatori o tavoli di separazione, è necessario raccogliere con un telo le parti espulse e applicare i metodi descritti per quantificare la quantità di mosto che si disperde.

Infine viene determinato il grado di defogliazione provocato dalla raccolta, per valutare indirettamente il maltrattamento prodotto dalla macchina sulle piante. La stima della defogliazione è importante per la correlazione che presenta, insieme al grado di ammostamento, sull'entità delle perdite occulte. Per questo rilievo è necessario raccogliere e pesare l'intera massa fogliare di almeno 2-3 piante e rapportare il valore ricavato con quello determinato in maniera analoga prima della vendemmia.

#### Accelerazioni trasmesse durante le raccolta

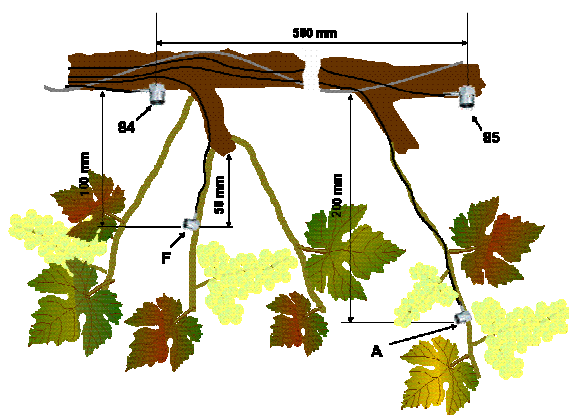
La misura delle accelerazioni trasmesse dalla vendemmiatrice per provocare il distacco dell'uva sono un aspetto fondamentale per analizzare l'azione dei battitori

e comprendere alcuni aspetti altrimenti poco chiari. Grande attenzione è stata dimostrata dal gruppo di ricerca a questo aspetto, fino ad allora completamente trascurato per la vendemmia meccanica. Basta ricordare infatti che le uniche precedenti indagini furono condotte dal prof. G.Stefanelli nel 1974, misurando le accelerazioni trasmesse da una vendemmiatrice a scuotimento verticale su un cavo metallico. A questo aspetto è stata dedicata una particolare attenzione da parte del gruppo di ricerca con cui ho collaborato con indagini a partire dal 2002; insieme abbiamo analizzato le interazioni tra macchina, pianta e prodotto raccolto e le perdite di produzione.

Per questo rilievo vengono utilizzati accelerometri piezoelettrici, collegati ad un amplificatore di carica e ad un registratore digitale.

L'uso degli accelerometri permette di definire numerosi parametri: il numero e l'intensità delle sollecitazioni, la potenza trasmessa, l'ampiezza delle oscillazioni, la variazione di velocità durante gli impatti e la durata dell'urto.

Normalmente gli accelerometri (3-4) vengono posizionati su parti differenti della fascia produttiva per vedere la diversa capacità di trasmissione dei fenomeni vibratori che le caratterizza. Ad esempio, su una forma d'allevamento a GDC può essere utile collocare il primo accelerometro sul cordone permanente e gli altri su tralci a distanze progressive dal primo (10, 20 e 30 cm) (figura 110).



*Figura 110. Schema di posizionamento degli accelerometri sul cordone e sui tralci.*

Altre misure delle sollecitazioni trasmesse interessano la fase di trasporto del prodotto all'interno della vendemmiatrice dopo il distacco dalla pianta. In questo caso viene utilizzata una sfera strumentata con un accelerometro triassiale; questa

viene rilasciata nel flusso di prodotto che cade sugli organi di intercettazione e che viene poi trasportato all'interno delle tramogge della macchina. La sfera strumentata, pur non essendo confrontabile come dimensione e massa a quella degli acini, fornisce valori reali di misura che, anche se non completamente utilizzabili come valore assoluto, sono indubbiamente utili per fornire indicazioni sui diversi comportamenti delle macchine.

### Analisi sui mosto e vini

Per definire gli effetti della vendemmia meccanica sulla qualità del prodotto in diversi casi è necessario valutare con analisi chimiche e sensoriali i mosti e/o i vini ottenuti.

Le analisi chimiche e sensoriali sono state effettuate dai laboratori Astra, siti nel polo tecnologico di Tebano, certificati secondo i metodi ufficiali della normativa europea.

Le analisi sensoriali sono state eseguite da gruppi di degustatori esperti, capaci di cogliere la realtà sensoriale dei prodotti e di tradurre le percezioni visive, olfattive e gustative in termini pertinenti. Per queste valutazioni vengono utilizzati il test triangolare, quello di preferenza, e un'analisi descrittiva quantitativa, per definire differenze fra i campioni e definire una scala di valore qualitativo.

## **7.2 Valutazioni funzionali e operative della vendemmia meccanica a scuotimento orizzontale**

In questi primi quaranta anni di applicazione la vendemmia meccanica a scuotimento orizzontale si è caratterizzata per un notevole miglioramento costruttivo e funzionale delle macchine, che ora hanno raggiunto livelli più che accettabili per produttività e capacità di distacco dell'uva.

Rimangono ancora evidenti alcune problematiche relative al danneggiamento degli acini, determinate dalle sollecitazioni provocate dall'interazione macchina-pianta e da quelle trasmesse dagli organi di intercettazione e trasporto della vendemmiatrice. Di seguito vengono riassunti i risultati ottenuti da due differenti ricerche su questi temi.



Nella prima prova sono state analizzate le sollecitazioni trasmesse da una vendemmiatrice utilizzata con differenti regolazioni del battitore e sono stati quantificati i conseguenti effetti sul prodotto raccolto, sulle piante e sulle perdite di produzione.

Nella seconda prova sono state invece analizzate le sollecitazioni trasmesse sul prodotto all'interno della macchina, dopo la fase di distacco sino al suo accumulo nelle tramogge di carico. In questo caso la valutazione ha interessato vendemmiatrici di differenti costruttori, semoventi e trainate.

### ***7.2.1 I prova - Valutazione delle sollecitazioni trasmesse alle piante da una vendemmiatrice a scuotimento orizzontale***

#### Obiettivo

La ricerca ha voluto studiare l'interazione macchina-pianta, analizzando le sollecitazioni trasmesse e l'influenza che queste hanno sull'esito della vendemmia. In particolare sono stati analizzati gli effetti che le sollecitazioni hanno sulle condizioni dell'uva raccolta e delle piante e la loro influenza sulle perdite.

#### Materiali e metodi

La prova è stata eseguita nella pianura emiliana su vigneti di Lambrusco Grasparossa, allevato a Cordone libero con sesto d'impianto di 3 x 1,3 m. La produzione presentava le caratteristiche riportate in tabella 18.

Produzione media (t/ha)	21
°Brix	15,5
pH	3,23
Acidità totale (g/L)	8,18
Peso medio dei grappoli (g)	176
Peso medio degli acini (g)	1,64
Forza di distacco degli acini (N)	2,45
Indice di Area fogliare LAI (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	2,08

*Tabella 18. Caratteristiche del prodotto e della vegetazione al momento della raccolta.*

La ricerca è stata condotta utilizzando una vendemmiatrice semovente VL6060 della ditta New Holland-Braud. La macchina era provvista di un battitore ad archi, di un sistema di trasporto a nastri con panieri, e di un gruppo di pulizia misto pneumatico e meccanico, costituito da quattro aspiratori e da un diraspatore.

Durante la raccolta la vendemmiatrice è stata utilizzata con cinque frequenze di battitura (380, 400, 420, 440, 460 colpi/minuto), mantenendo costanti le altre regolazioni.

Per la misura delle vibrazioni trasmesse dalla vendemmiatrice alle piante sono stati utilizzati 3 accelerometri piezoelettrici, collegati ad un sistema di acquisizione e registrazione (*figura 111-112*).



*Figura 111. Protezione degli accelerometri posizionati sulla pianta.*



*Figura 112. Sistema di acquisizione e registrazione delle sollecitazioni trasmesse dalla vendemmiatrice alla pianta.*

Il primo accelerometro è stato montato sul cordone permanente, mentre gli altri due sono stati posizionati su un tralcio alla distanza di 10 e 20 cm dal primo.

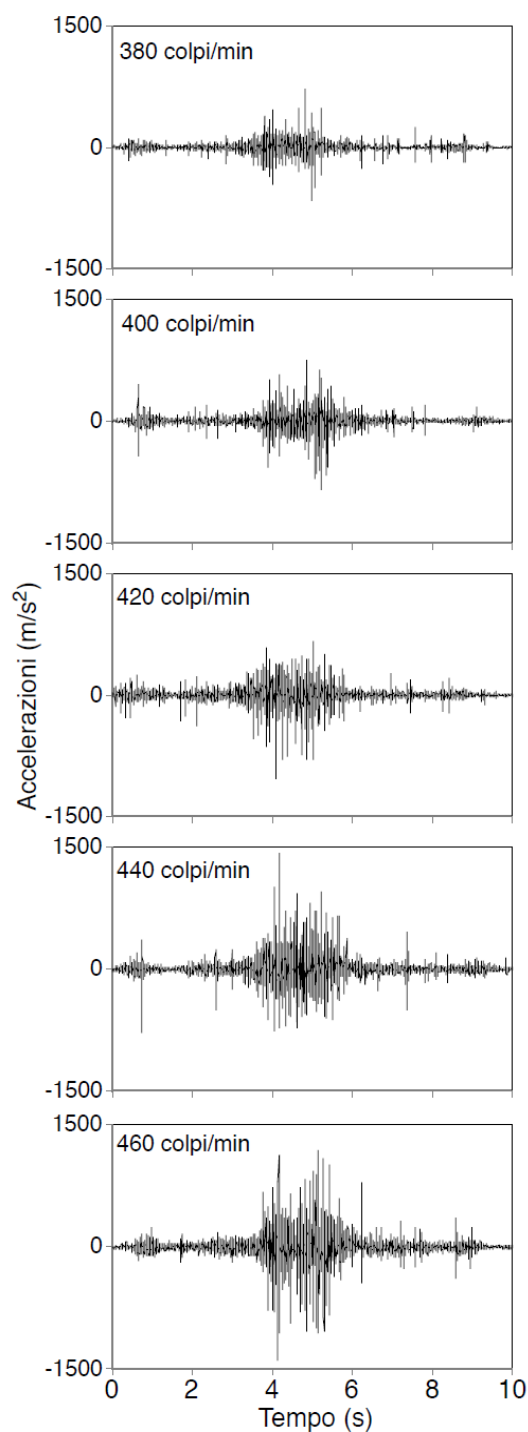
Per caratterizzare il lavoro svolto sono stati valutati i seguenti parametri:

- grado di ammostamento del prodotto raccolto;
- grado di defogliazione delle viti;
- perdite visibili (uva non distaccata o caduta a terra);
- perdite “occulte” (mosto aderente alla vegetazione o disperso dai sistemi di pulizia).

### Analisi delle sollecitazioni meccaniche

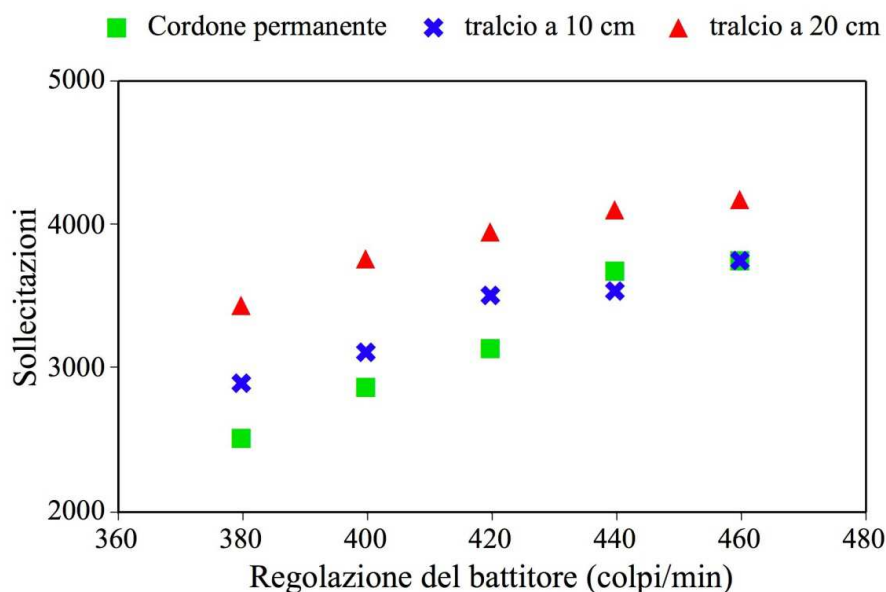
Le accelerazioni, misurate durante le cinque condizioni del test, hanno mostrato che aumentando la frequenza dei battitori, il numero e l'intensità delle vibrazioni aumentano. Pertanto, aumentando l'intensità delle vibrazioni, aumenta l'energia ad esso associata e quindi l'energia trasferita alla pianta.

La figura 113 mostra le accelerazioni registrate dagli accelerometri posizionati sui tralci a 10 cm dal cordone permanente nelle cinque frequenze del battitore. Questi valori sono quasi sempre inferiori al valore teorico di distacco ( $1.490 \text{ m/s}^2$ ), ottenuto dal rapporto tra la forza misurata in trazione e la massa di un grappolo; ciò porta a ipotizzare che il distacco è principalmente causato da altri fenomeni, come le vibrazioni angolari e la stanchezza del peduncolo.



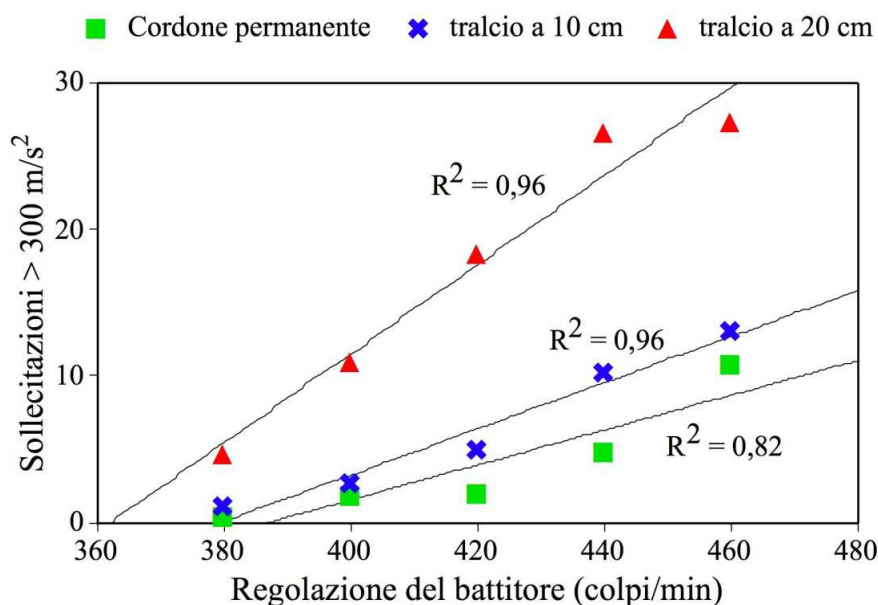
*Figura. 113. Accelerazioni registrate dagli accelerometri posizionati sui tralci a 10 cm dal cordone permanente nelle cinque frequenze del battitore.*

Dall'analisi delle accelerazioni misurate nelle tre posizioni di rilievo si può osservare che il numero delle sollecitazioni aumenta linearmente all'aumentare della frequenza, con valori più elevati alla massima distanza dal cordone permanente (figura 114).



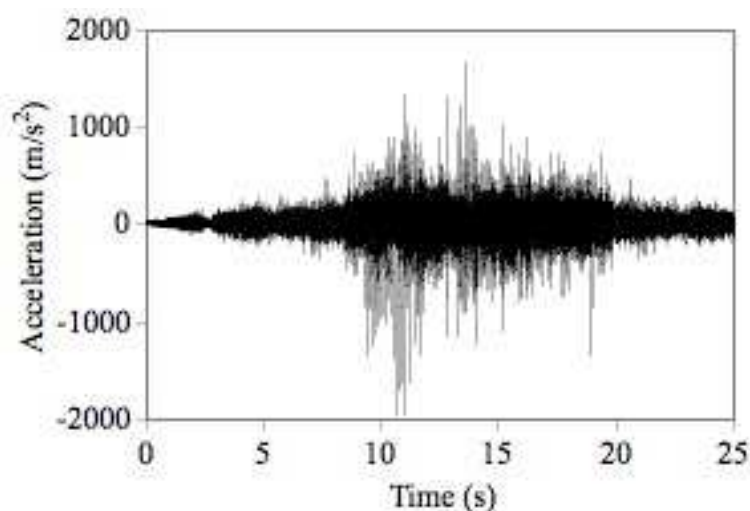
*Figura 114. Numero delle accelerazioni misurate nelle tre posizioni di rilievo con le cinque regolazioni del battitore.*

Considerando che il distacco è principalmente provocato dalle sollecitazioni di maggiore intensità, si possono considerare solo quelle superiori ai  $300 \text{ m/s}^2$ . In questo caso l'effetto è ancora più evidente, con i valori maggiori misurati sui tralci più lontani dal cordone permanente (figura 115).



*Figura 115. Numero delle accelerazioni  $> 300 \text{ m/s}^2$  misurate nelle tre posizioni di rilievo con le cinque regolazioni del battitore.*

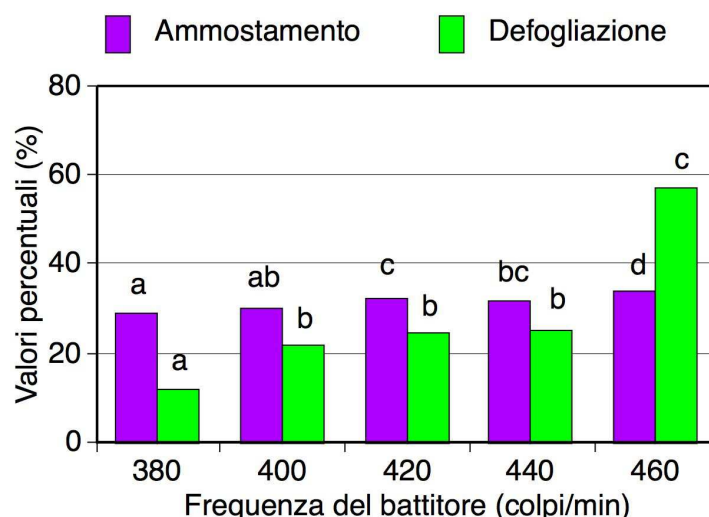
Le misure effettuate mostrano una chiara evoluzione migliorativa dei battitori delle nuove vendemmiatrici a scuotimento orizzontale, di cui la VL 6060 è un esempio. Infatti rispetto ad analoghe misure effettuate pochi anni prima su modelli ancora attuali, l'intensità e la durata della sollecitazione risultano più contenute con evidenti benefici sulla qualità dell'intervento (*figura 116*).



*Figura 116. Sollecitazione trasmessa da una vendemmiatrice a scuotimento orizzontale utilizzata a 600 colpi/min e a 1,6 km/h (Pezzi, 2006).*

### Effetti sul prodotto e sulla pianta

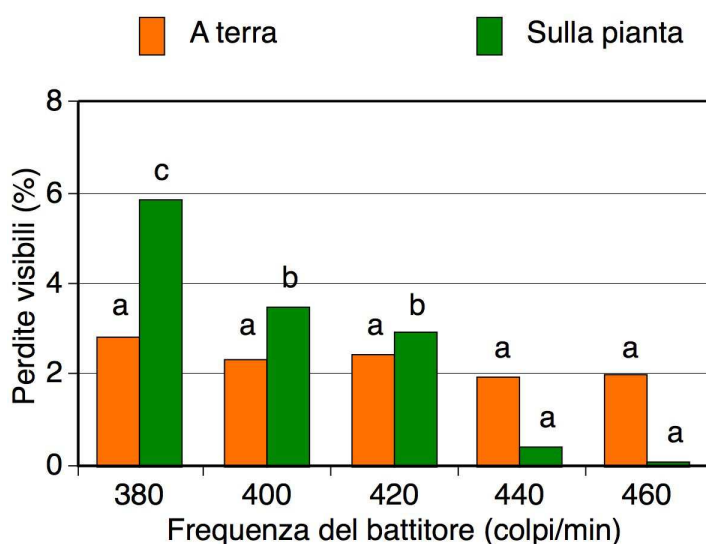
Il passaggio della vendemmiatrice e le sollecitazioni trasmesse determinano in misura variabile un maltrattamento del prodotto e un danneggiamento della pianta. L'aumento della frequenza di battitura provoca un incremento del grado di ammostamento e di defogliazione, con una differenziazione fra i valori più evidenti nel caso della defogliazione (*figura 117*). Il grado di ammostamento del prodotto passa dal 29 % al 34 %, mentre il grado di defogliazione passa dal 12 % al 57 %. In entrambi i casi si evidenziano delle differenze significative fra le tesi.



*Figura 117. Ammostamento e defogliazione registrati con le cinque regolazioni del battitore. Per i due parametri lettere uguali identificano gruppi omogenei di valori (test di Duncan al 95 % di significatività).*

### Perdite di prodotto

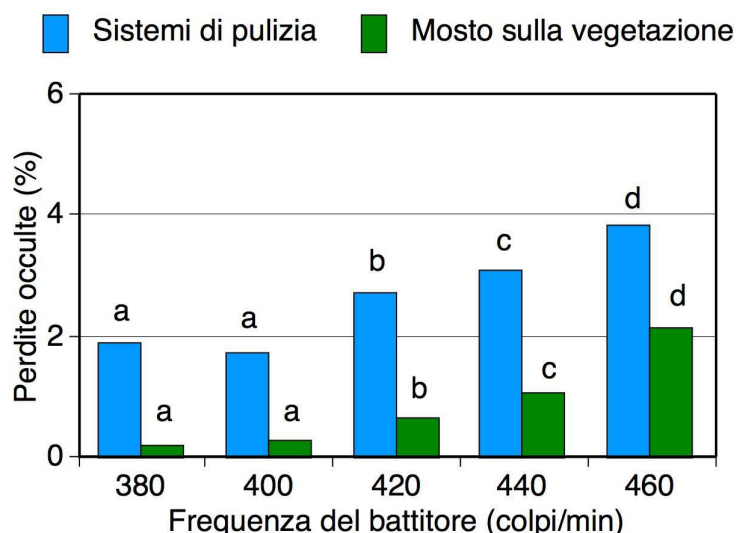
Le perdite visibili diminuiscono all'aumentare della frequenza degli scuotitori (*figura 118*); questo andamento è provocato dal prodotto non distaccato dalla pianta.



*Figura 118. Perdite visibili rilevate con le cinque regolazioni del battitore. Per ciascuna tipologia di perdita lettere uguali identificano gruppi omogenei di valori (test di Duncan al 95 % di significatività).*



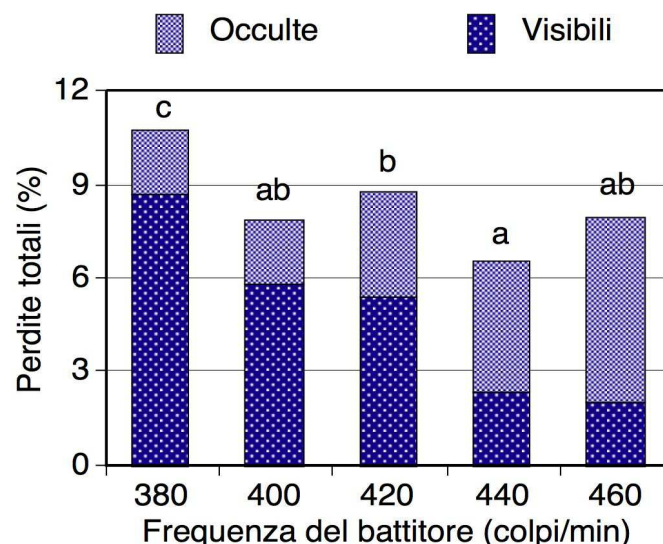
Le perdite a terra sono poco influenzate dalla regolazione del battitore e appaiono più condizionate dalle caratteristiche costruttive della macchina e dalle condizioni del vigneto. Le perdite occulte complessivamente aumentano all'aumentare della frequenza di battitura (*figura 119*).



*Figura 119. Perdite “occulte” rilevate con le cinque regolazioni del battitore. Per ciascuna tipologia di perdita lettere uguali identificano gruppi omogenei di valori (test di Duncan al 95 % di significatività).*

Le maggiori perdite sono state rilevate dagli organi di pulizia che passano da 1,9 % a 3,8 %. Le perdite di mosto sulla pianta sono state modeste, ma con un incremento fra le regolazioni estreme più accentuato (da 0,2 % a 2 %).

Considerando complessivamente il fenomeno, si osserva l'effetto contrastante che la frequenza di battitura ha sulle perdite visibili e su quelle occulte (*figura 120*). Perciò è necessario individuare la frequenza in cui viene ridotta al minimo la perdita complessiva. Nella sperimentazione condotta questa situazione è stata realizzata con la regolazione di 440 colpi/minuto.



*Figura 120. Perdite totali rilevate con le cinque regolazioni del battitore. Per ciascuna tipologia di perdita lettere uguali identificano gruppi omogenei di valori (test di Duncan al 95 % di significatività).*

### Considerazioni

L'indagine ha evidenziato l'importanza della regolazione del battitore sulle sollecitazioni trasmesse e sui conseguenti effetti indotti sul prodotto e sulle piante. In particolare è stato dimostrato come l'aumento della frequenza di battitura provochi effetti marcati, in quanto modifica non solo il numero ma anche l'intensità delle sollecitazioni.

Questi effetti sono stati amplificati dalla forma di allevamento a Cordone libero, che conferisce una libertà di movimento ed elasticità dei tralci, dove normalmente si concentra la maggiore produzione.

Il grado di ammostamento e quello di defogliazione, indicatori della qualità del lavoro, hanno evidenziato una correlazione con la regolazione della frequenza di battitura. Gli effetti della regolazione sono apparsi più evidenti sul grado di defogliazione, che con la frequenza più elevata è risultato superiore al 50 %.

La regolazione della frequenza di battitura ha effetti diretti sulle perdite di produzione, con andamenti contrapposti fra le perdite visibili e quelle occulte.

Aumentando la frequenza dei battitori le perdite visibili diminuiscono, visto il maggior distacco dei grappoli, mentre le perdite occulte aumentano sia in termini di prodotto disperso dagli organi di pulizia che di mosto che imbratta la vegetazione.

Le correlazioni tra il mosto disperso dai dispositivi di pulizia e quello che imbratta le foglie è molto interessante. Il livello di ammostamento e di defogliazione sembrano essere le cause principali delle perdite occulte.

L'esperienza ha dimostrato che la scelta della frequenza di battitura, principale regolazione della vendemmiatrice, non può essere basata solo sulla valutazione delle perdite visibili, che possono indurre a sottovalutare l'effetto amplificante delle alte frequenze sulle sollecitazioni. Sollecitazioni troppo elevate possono determinare un eccessivo livello di ammostamento e di defogliazione con una conseguente ripercussione negativa sulle perdite occulte. Pertanto i migliori risultati si ottengono con la frequenza sufficiente a provocare il distacco dell'uva, anche non completo, senza eccedere nel danneggiamento del prodotto e della pianta.

### ***7.2.2 II prova - Sollecitazioni trasmesse dagli organi di intercettazione e trasporto delle vendemmiatrici***

#### **Obiettivo**

L'obiettivo di questa sperimentazione è stato quello di valutare le sollecitazioni meccaniche, a cui viene sottoposto il prodotto da parte degli organi di intercettazione e trasporto durante la raccolta su varie tipologie di vendemmiatrici a scuotimento orizzontale, scelte fra le più utilizzate e rappresentative delle principali marche che operano nel settore.

#### **Materiali e metodi**

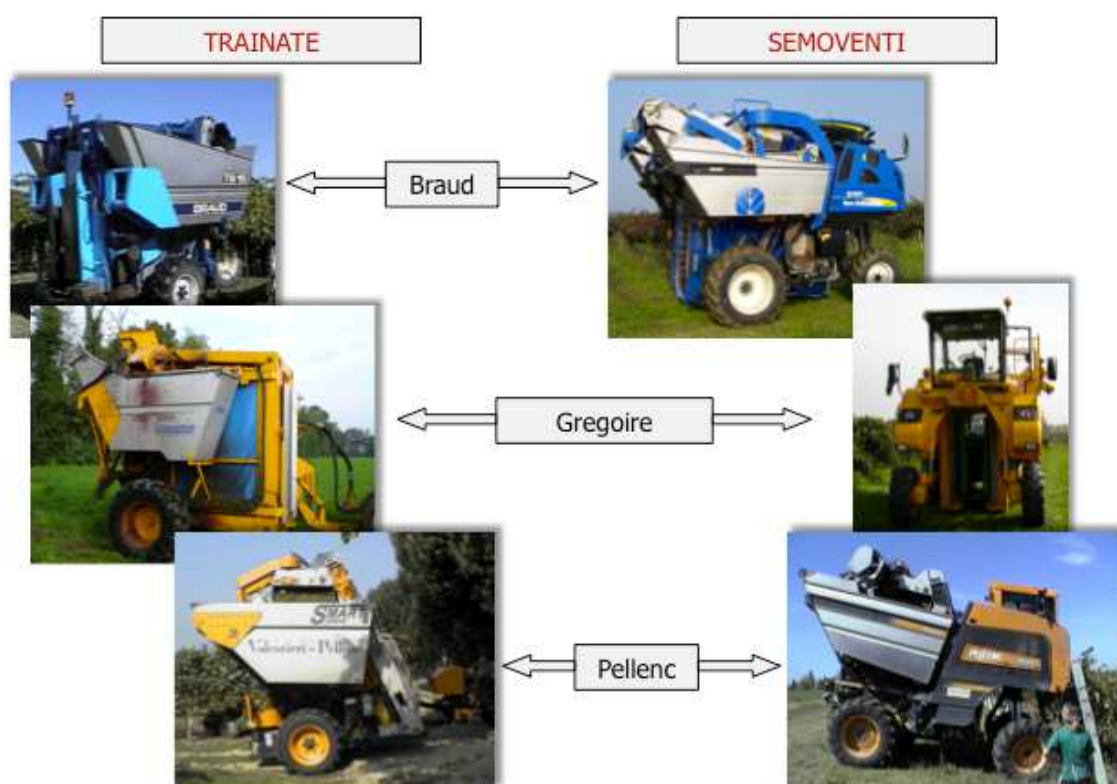
La prova è stata condotta su vigneti di Sangiovese o Lambrusco, allevati in parete (Cordone libero o Cordone speronato) con una produzione unitaria dell'ordine di 18-20 t/ha.

Durante la raccolta le vendemmiatrici avanzavano ad una velocità di circa 1,5-1,7 km/h e utilizzavano una frequenza di battitura di 420-450 colpi/min.

La ricerca ha considerato 3 vendemmiatrici di tipo trainato e 3 di tipo semovente di più recente costruzione (*Tabella 19, Figura 121*).

Macchina	Marca	Modello	Propulsione	Piano d'intercettazione (m)
A	New Holland-Braud	TB15	trainata	1,7
B	New Holland-Braud	VL660	semovente	2,5
C	Gregoire	G60	trainata	2,5
D	Gregoire	G152	semovente	2,7
E	Pellenc	3050	trainata	2,7
F	Pellenc	4560	semovente	3,0

*Tabella 19. Vendemmiatrici utilizzate nella prova.*



*Figura 121. Vendemmiatrici trainate e semoventi utilizzate nella prova.*

Nelle vendemmiatrici Gregoire e Pellenc il gruppo di intercettazione e trasporto del prodotto è simile nei modelli trainati e in quelli semoventi. In queste quattro vendemmiatrici il vendemmiato viene intercettato da una doppia serie di scaglie in materiale plastico, parzialmente sovrapposte. Le scaglie, che si aprono per superare i ceppi delle piante e i pali di sostegno, sono inclinate lateralmente per far scivolare gli acini o i grappoli su due nastri trasportatori laterali in gomma, i quali elevano e scaricano il prodotto entro due tramogge. I nastri sono dotati di palette e rilievi trasversali che accompagnano il prodotto durante la risalita. Mentre per le

vendemmiatrici Gregoire i nastri compiono un percorso circolare, nel caso delle vendemmiatrici Pellenc eseguono una doppia inversione di direzione che, nella parte basale, determina una fase di trascinamento del prodotto su una superficie rigida prima della risalita.

Per le due vendemmiatrici New Holland-Braud invece esiste una sostanziale differenza nei sistemi di intercettazione e trasporto. La macchina trainata è provvista di scaglie retrattili e utilizza cinque nastri trasportatori: due basali, due elevatori e uno di scarico superiore. Completamente differente è il sistema utilizzato dalla New Holland-Braud semovente, in cui l'intercettazione e il trasporto sono realizzati dall'esclusivo sistema a "panieri", che vanno a costituire un gruppo unico di intercettazione e trasporto del prodotto. I panieri hanno forma svasata e sono realizzati in polimeri alimentari morbidi, in modo da chiudere lo spazio a terra ed adattarsi al tronco della vite, riducendo così le perdite.

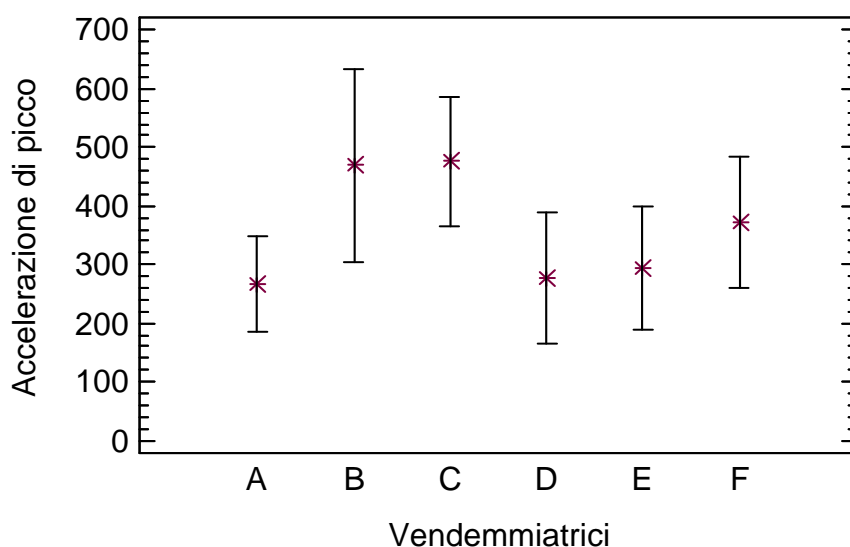
Il sistema di raccolta è formato da due serie di norie continue, che hanno un avanzamento pari a quello della macchina, ma in senso contrario, tale da risultare ferme in corrispondenza del piede della vite. Questo sistema circolare porta i panieri in alto, dove, rovesciati, scaricano il prodotto integro nelle due tramogge.

I rilievi sono stati effettuati con una sfera strumentata, inserita nel flusso di uva distaccata e sono state misurate le accelerazioni di picco e le variazioni di velocità durante gli impatti.

## Risultati

Come si osserva dalla figura 122, la valutazione con la sfera strumentata non evidenzia differenze statisticamente significative fra le vendemmiatrici considerate, né per l'accelerazione di picco né per la variazione di velocità misurate durante gli impatti. Lo stesso accade restringendo ulteriormente l'analisi nel dettaglio per le due macchine di ciascuna ditta costruttrice (*tabella 20*), anche se si può osservare una tendenza contrastante per i valori medi che, nel caso della Gregoire e della Pellenc, risultano più bassi per la semovente rispetto alla trainata, mentre per la Braud è la trainata che dà luogo ad impatti più bassi.

Quest'analisi, per la natura dell'indagine effettuata con la sfera, prende in considerazione la totalità delle misure acquisite e fornisce delle informazioni sui dati medi.



*Figura 122. Valori medi e intervalli di confidenza al 95 % per le accelerazioni di picco ( $m/s^2$ ) misurate nelle vendemmiatrici.*

Costruttore	Tipo Macchina	Accelerazioni di picco ( $m/s^2$ )	Variazione di velocità (m/s)
New Holland-Braud	Trainata	$266 \pm 54$	$0,906 \pm 0,120$
	Semovente	$470 \pm 110$	$1,075 \pm 0,251$
Gregoire	Trainata	$476 \pm 85$	$1,069 \pm 0,162$
	Semovente	$278 \pm 86$	$0,702 \pm 0,164$
Pellenc	Trainata	$372 \pm 81$	$1,135 \pm 0,170$
	Semovente	$295 \pm 76$	$0,774 \pm 0,160$

*Tabella 20. Accelerazione di picco e la variazione di velocità durante gli impatti eseguita per le tre coppie di vendemmiatrici considerate (valori medi  $\pm$  errore standard).*

Un approfondimento dell'analisi può essere fatto considerando la distribuzione degli impatti all'interno delle singole macchine, sia come tipologia dei tracciati che come numero degli impatti ed eventuali effetti cumulativi. La tabella 21 riassume questi risultati.

Macchina	Tipo	N. urti	$A_{\text{picco max}}$	$\Sigma A_{\text{picco}}$	$\Delta v \text{ max}$	$\Sigma \Delta v$	Tempo di passaggio
New Holland-Braud	Trainata	74	287	2320	5,4	73,3	10,46
	Semovente	17	187	692	3,7	18,3	12,46
Gregoire	Trainata	40	274	2264	3,8	47,6	6,17
	Semovente	39	176	1310	4,2	32,3	7,09
Pellenc	Trainata	40	325	1881	4,6	51,2	11,95
	Semovente	45	207	1529	4,3	39,9	8,93

*Tabella 21. Numero delle sollecitazioni, valori massimi e cumulativi dell'accelerazione di picco e della variazione di velocità durante gli impatti per le tre coppie di vendemmiatrici considerate.*

Nel caso della New Holland-Braud, dove la trainata presentava valori di accelerazione media inferiore, si può osservare che questa macchina dà luogo ad un numero di impatti molto superiore (74 contro 17 della semovente). Questo comportamento produce un effetto cumulativo maggiore per la trainata rispetto alla semovente sia nelle accelerazioni ( $2.320 \text{ m/s}^2$  contro  $692 \text{ m/s}^2$ ) sia nelle variazioni di velocità (73,3 m/s contro 18,3 m/s).

Una situazione migliorativa a favore della semovente risulta anche per la Gregoire, che già appariva parzialmente dall'analisi precedente. In questo caso la situazione favorevole per la macchina semovente non è attribuibile ad una diversa distribuzione nel numero degli impatti (40 urti nella trainata contro 39 nella semovente), ma piuttosto alla loro tipologia, evidenziata da valori di accelerazione e variazioni di velocità superiori per la trainata.

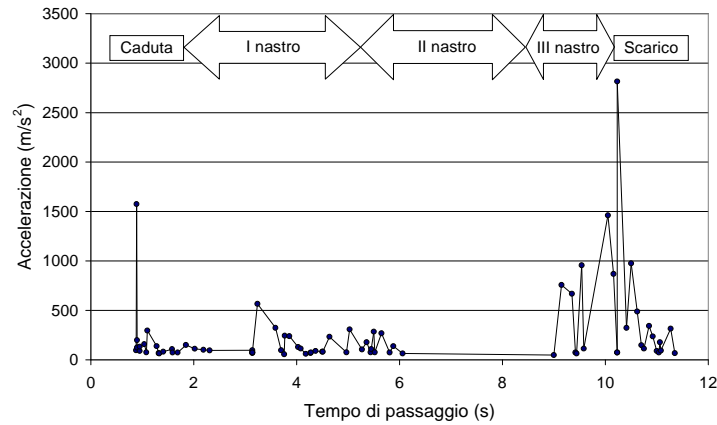
I risultati relativi alle due vendemmiatrici Pellenc non presentano valori favorevoli alla semovente rispetto alla trainata, nonostante che quest'ultima abbia fatto registrare un numero di impatti superiore (45 urti nella trainata contro 40 nella semovente) in un tempo di transito inferiore.

Una spiegazione di questi comportamenti può essere ricavata dall'analisi dei tracciati, rilevati nel passaggio della sfera dal momento della caduta nel sistema di intercettazione fino allo scarico nella tramoggia, in relazione alle scelte costruttive delle diverse macchine.

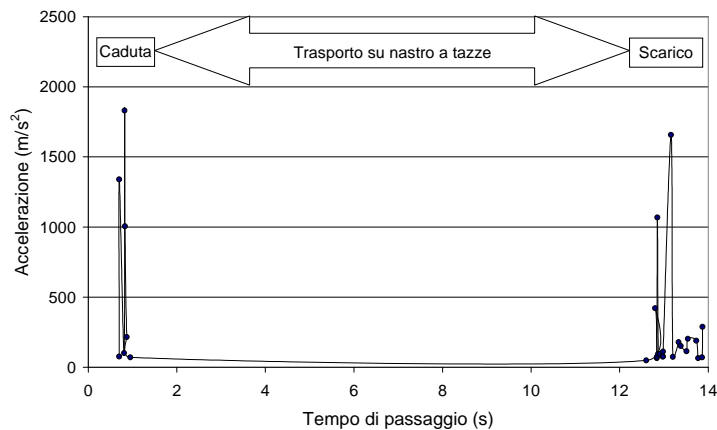
Si può osservare che nel caso della New Holland-Braud la vendemmiatrice trainata, caratterizzata da un'intercettazione con scaglie e un sistema di trasporto sino alla tramoggia realizzato con cinque nastri, dà luogo ad un numero di impatti



decisamente superiore rispetto alla macchina semovente che realizza il trasporto con un sistema a tazze, dove il prodotto viene intercettato direttamente nei singoli elementi e sollecitato solo al momento dello scarico in tramoggia (*figura 123-124*).

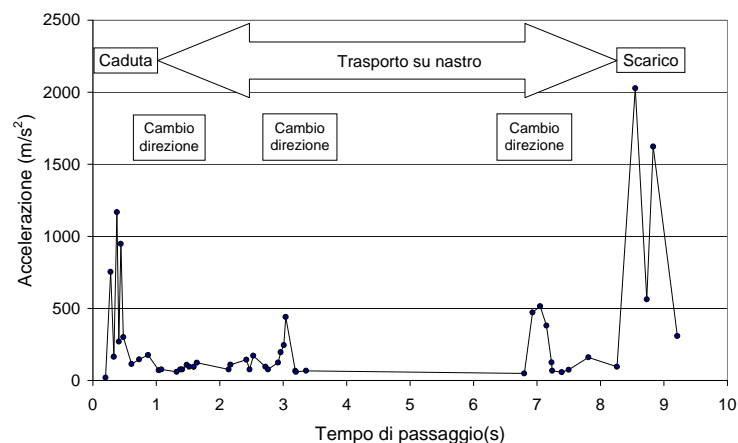


*Figura 123. Tracciati delle accelerazioni misurate con la vendemmiatrice trainata Braud.*

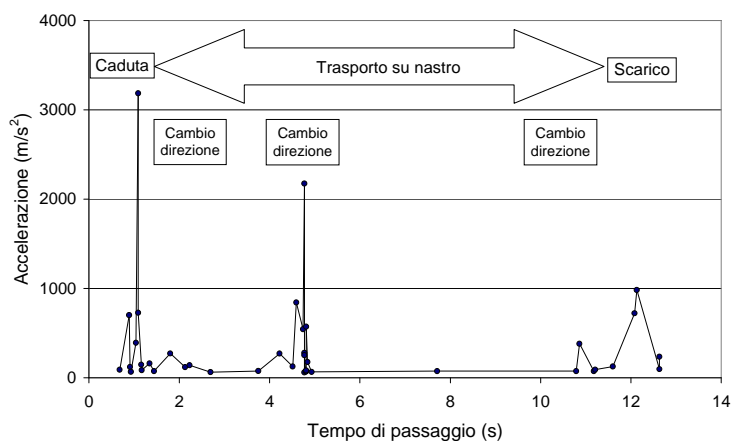


*Figura 124. Tracciati delle accelerazioni misurate con la vendemmiatrice semovente Braud.*

Nel caso delle vendemmiatrici Pellenc (*figura 125-126*), dove il sistema prevede l'intercettazione del prodotto su una doppia serie di scaglie per poi trasferirlo su una coppia di nastri. Questi, prima di rilasciare l'uva nella tramoggia, eseguono un primo cambio di direzione, un cambio di inclinazione e un secondo cambio di direzione. Il comportamento è sostanzialmente simile per entrambe le macchine, e i punti più critici, oltre al carico e scarico, sono attribuibili ai cambi di direzione e di inclinazione.



*Figura 125. Tracciati delle accelerazioni misurate con la vendemmiatrice trainata Pellenc.*



*Figura 126. Tracciati delle accelerazioni misurate con la vendemmiatrice semovente Pellenc.*

## Considerazioni

L'indagine, che ha messo a confronto sei vendemmiatrici delle tre principali ditte costruttrici mondiali (New Holland-Braud, Gregoire e Pellenc), ha evidenziato l'importanza dei sistemi di intercettazione e trasporto che gestiscono il prodotto dal momento del distacco sino allo scarico nelle tramogge.

Le macchine, scelte per ogni azienda costruttrice sia di tipo trainato che semovente, hanno evidenziato gli effetti rappresentativi dell'evoluzione costruttiva.

I risultati ottenuti con la sfera strumentata mostrano che non sussistono differenze statisticamente significative fra i parametri caratterizzanti gli impatti (accelerazione di picco e variazione di velocità) nell'insieme delle vendemmiatrici.

Le stesse considerazioni risultano valide anche confrontando le due tipologie di vendemmiatrici (trainate e semoventi) o analizzando il comportamento delle due macchine di una stessa casa costruttrice.

L'approfondimento dell'analisi sui singoli tracciati all'interno delle vendemmiatrici ha permesso di evidenziare le differenze che non risultavano dall'analisi statistica, legate al numero degli impatti e al loro effetto cumulativo.

Ne emerge che l'evoluzione costruttiva verso le macchine semoventi può fornire un risultato positivo non solo per la fase di distacco ma anche per quella di movimentazione all'interno della macchina. È però evidente che, per ottenere un effettivo risultato, è necessario modificare la tipologia dei sistemi di intercettazione e trasporto; ciò è stato fatto dalla ditta New Holland-Braud, che è passata da un sistema d'intercettazione e trasporto dotato di scaglie e nastri, per la vendemmiatrice trainata, ad un sistema ad una sola coppia di nastri a tazze nella vendemmiatrice semovente, il quale consente l'intercettazione diretta ed il trasporto statico del prodotto.

### **7.3 Valutazioni funzionali e operative delle vendemmia meccanica a scuotimento verticale**

Nella raccolta meccanica a scuotimento verticale il distacco del prodotto avviene tramite sollecitazioni impresse dal battitore ai fili portanti del sistema di allevamento. Per tale ragione questo sistema di scuotimento è sempre stato ritenuto migliore in termini di maltrattamento del prodotto e della pianta. Nonostante questo aspetto favorevole, che ha caratterizzato il metodo sin dalle prime esperienze, la sua diffusione è rimasta limitata a causa dello scarso favore incontrato dalla forma d'allevamento a doppia cortina, forma d'allevamento che trova la sua massima utilizzazione in produzioni di pianura, in cui esprime la maggior potenzialità produttiva. Queste condizioni hanno limitato lo sviluppo costruttivo delle macchine, che fondamentalmente presentano le stesse prestazioni del passato.

Considerando le potenzialità migliorative delle vendemmiatrici a scuotimento verticale sono state impostate prove che, come nel caso precedente delle macchine a scuotimento orizzontale, potessero mettere in luce gli aspetti più critici o favorevoli di questo sistema di raccolta.

Anche in questo caso sono state impostate due prove, la prima per conoscere le sollecitazioni trasmesse e quantificare il loro effetto sulla raccolta, la seconda per verificare l'influenza della movimentazione dell'uva distaccata durante la raccolta.

### ***7.3.1 I prova - Valutazione delle sollecitazione trasmesse alle piante da una vendemmiatrice a scuotimento verticale***

#### **Obiettivo**

La ricerca ha voluto studiare l'interazione macchina-pianta, analizzando le sollecitazioni trasmesse e l'influenza che queste hanno sull'esito della vendemmia. In particolare sono stati analizzati gli effetti che le sollecitazioni hanno sulle condizioni dell'uva raccolta e delle piante e la loro influenza sulle perdite.

#### **Materiali e Metodi**

Le prove sono state eseguita nella pianura emiliana su vigneti di Lambrusco Grasparossa allevato a GDC. La produzione presentava le caratteristiche riportate in tabella 22.

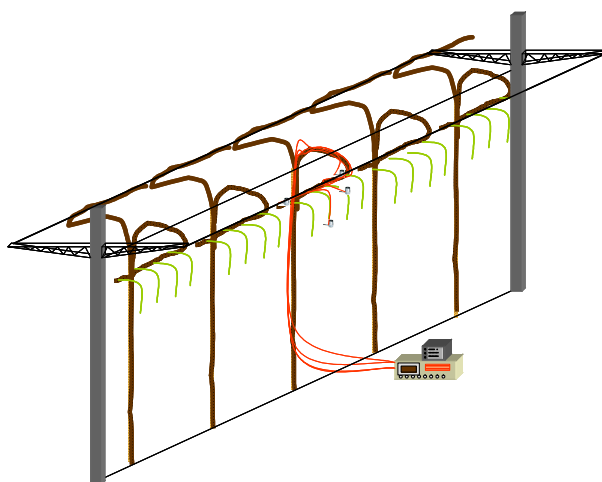
Produzione media (t/ha)	22,56
°Brix	16
pH	3,60
Acidità totale (g/L)	8,10
Peso medio dei grappoli (g)	215
Peso medio degli acini (g)	2,04
Forza di distacco degli acini (N)	2,67
Indice di Area fogliare LAI (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	1,32

*Tabella 22. Caratteristiche del prodotto e della vegetazione al momento della raccolta.*

La ricerca è stata condotta utilizzando una vendemmiatrice semovente VTSC della ditta Tanesini Technology.

Durante la raccolta la vendemmiatrice è stata utilizzata con cinque frequenze di battitura (370, 390, 410, 430 e 450 colpi/minuto), mantenendo costanti le altre regolazioni. Ogni tesi è stata replicata 3 volte.

Per la misura delle vibrazioni, trasmesse dalla vendemmiatrice alle piante, sono stati utilizzati 4 accelerometri piezoelettrici, collegati ad un sistema di acquisizione e registrazione. Il primo accelerometro è stato montato sul cordone permanente di una delle due cortine, mentre gli altri tre sono stati posizionati su un tralcio alla distanza di 10, 20 e 30 cm dal cordone (*figura 127*).



*Figura 127. Catena strumentale utilizzata per l'acquisizione della misura delle accelerazioni durante la vendemmia meccanica a scuotimento verticale su viti di Lambrusco allevato a GDC.*

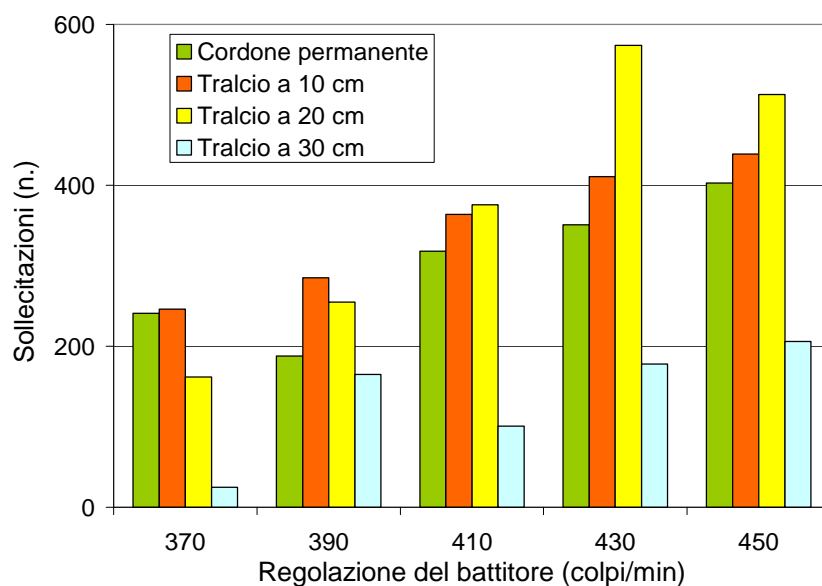
Per caratterizzare il lavoro svolto sono stati valutati i seguenti parametri:

- grado di ammostamento del prodotto raccolto;
- grado di defogliazione;
- perdite visibili (uva non distaccata o caduta a terra);
- perdite “occulte” (mosto aderente alla vegetazione o disperso dai sistemi di pulizia).

## Risultati

### Analisi delle sollecitazioni meccaniche

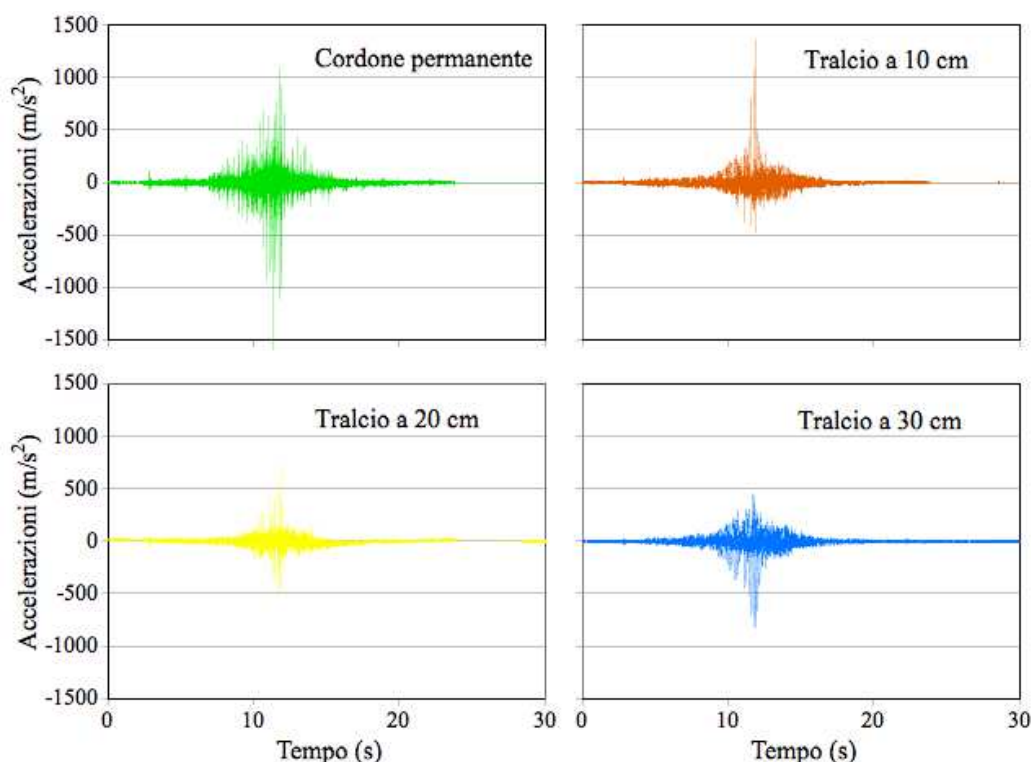
Le accelerazioni misurate, durante le cinque condizioni del test, mostrano che all'aumentare della frequenza del battitore il numero di sollecitazioni aumenta (*figura 128*) con valori differenti nei diversi punti di misura alla stessa regolazione; questo risultato è giustificato dalla risonanza che si manifesta nella struttura elastica del vigneto.



*Figura 128. Numero di sollecitazioni ( $>0,5 \text{ m/s}^2$ ) registrate dagli accelerometri, posti sul cordone permanente e sui tralci a tre distanze dal punto di intersezione, nelle cinque regolazioni del battitore.*

Analizzando i diagrammi registrati in figura 129, si può notare come tutte le posizioni sui tralci si caratterizzano per una minore intensità delle accelerazioni nell'intorno del picco massimo, corrispondente al punto di passaggio del battitore. Solo nella posizione sul tralcio più ravvicinata al cordone il valore massimo delle sollecitazioni si mantiene simile a quello registrato sul cordone permanente. Nelle posizioni più lontane si osserva invece un rapido decadimento dei picchi di accelerazione, con uno smorzamento dell'ordine del 50 %. Questo comportamento

è da correlare alla decrescente capacità di trasmissione dei tralci, condizionata dalla loro elasticità e disposizione libera.



*Figura 129. Accelerazioni misurate al passaggio della vendemmiatrice con battitore regolato a 430 colpi/min.*

Considerando che il distacco è principalmente provocato dalle sollecitazioni di maggiore intensità, sopra i  $300 \text{ m/s}^2$ , possono essere tratte ulteriori considerazioni. Ad esempio si riconoscono due diversi comportamenti: il primo (regolazioni da 370 a 410 colpi/min) in cui il numero di sollecitazioni rimane contenuto e prevalentemente rilevato sul cordone permanente, il secondo (430 e 450 colpi/min) in cui le sollecitazioni sono in numero maggiore e rilevate in maniera evidente in tutte le posizioni del tralcio (*figura 130*).

### Effetti sul prodotto e sulla pianta

Il passaggio della vendemmiatrice e le sollecitazioni trasmesse determinano un maltrattamento al prodotto e alle piante, significativamente crescente con l'aumentare della frequenza di battitura (*figura 131*). L'andamento appare più



marcato nel grado di defogliazione (incremento del 62 % passando dalla regolazione più bassa a quella più alta), anche se i valori assoluti risultano contenuti per la vendemmia meccanica. All'opposto il grado di ammostamento, mediamente elevato a causa della condizione critica dell'uva, è risultato poco differente nelle varie tesi (variazioni del 23 % fra le condizioni estreme).

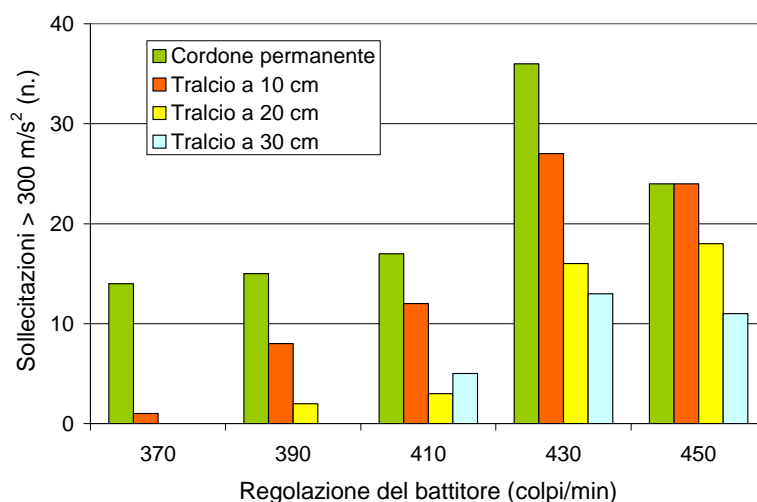


Figura 130. Numero di sollecitazioni superiori a 300 m/s<sup>2</sup> registrate nelle cinque tesi.

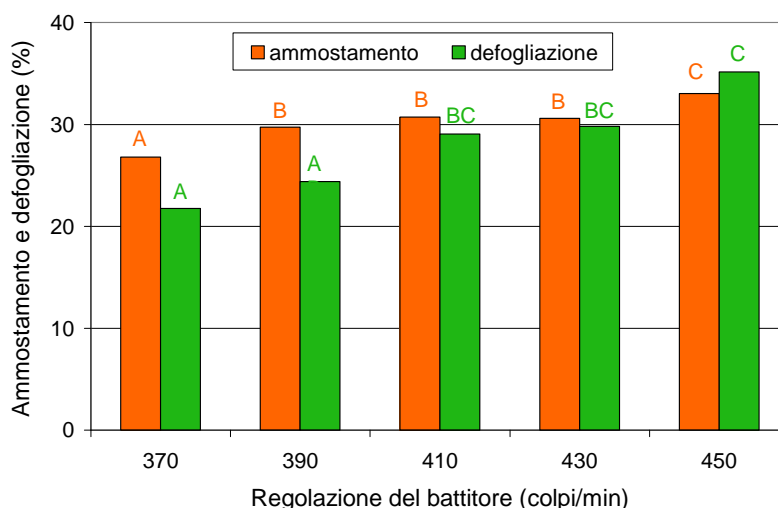


Figura 131. Valori percentuali di ammostamento del prodotto raccolto e di defogliazione della pianta, rilevati con le cinque regolazioni del battitore. Le lettere identificano i gruppi omogenei (livello di confidenza 95 %) nell'ambito dello stesso tipo di rilievo.

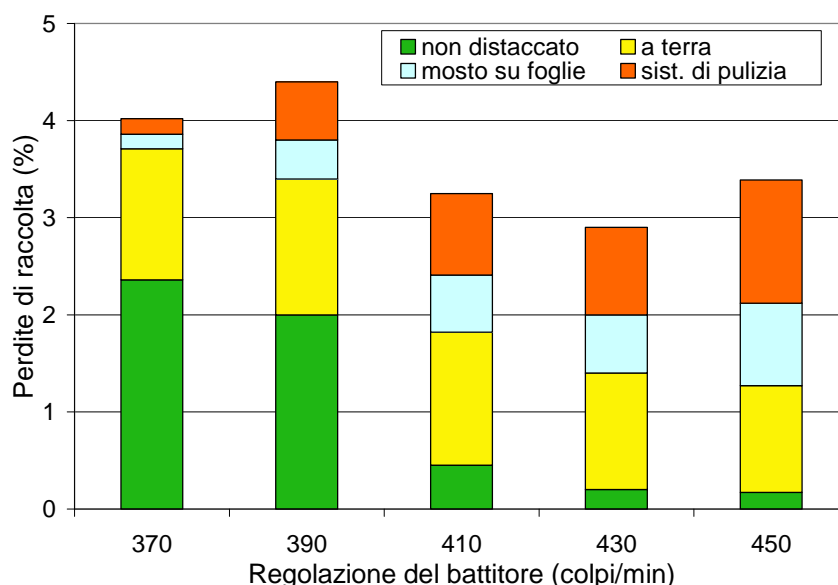
## Perdite di prodotto

Più interessante appare l'influenza della regolazione della macchina sull'entità e sulla tipologia delle perdite. I valori assoluti risultano molto contenuti per la vendemmia meccanica (inferiori al 5 % della produzione), anche considerando le migliori prestazioni normalmente ottenute con il sistema a scuotimento verticale (figura 132).

L'aumento della frequenza di battitura determina un'evidente riduzione del prodotto non raccolto, ritenuto indice di una corretta esecuzione del lavoro. Contemporaneamente si manifesta però un aumento delle perdite, dovute alla presenza di mosto libero che imbratta la vegetazione delle piante o che viene perso agli organi di pulizia.

Le perdite a terra si mantengono invece abbastanza costanti nelle varie regolazioni e il loro valore pare più legato alle caratteristiche costruttive della macchina e a quelle fisiche del vitigno.

La perdita totale più bassa si registra con la regolazione di 430 colpi/min, con cui si ottiene il miglior compromesso fra le perdite visibili e quelle occulte.



*Figura 132. Percentuale e tipologia delle perdite di raccolta rilevate con le cinque regolazioni del battitore.*

## Considerazioni

L'indagine ha evidenziato l'importanza della regolazione del battitore sulle sollecitazioni trasmesse e sui conseguenti effetti indotti sul prodotto e sulle piante.

In particolare è stato dimostrato come l'aumento della frequenza di battitura provoca effetti marcati, in quanto modifica non solo il numero ma anche l'intensità delle sollecitazioni.

In particolare le sollecitazioni più elevate, che condizionano il risultato della raccolta, si sono manifestate in maniera più evidente nelle regolazioni di frequenza più alta. Inoltre la trasmissione delle sollecitazioni dal cordone permanente, dove opera il battitore, alle parti più distanti dei tralci, risulta meno smorzata con queste regolazioni.

Questo comportamento meccanico si è dimostrato abbastanza corrispondente al maltrattamento subito dalla pianta e dal prodotto raccolto, con valori crescenti del grado di defogliazione e di ammostamento all'aumentare della frequenza del battitore.

L'intensità delle sollecitazioni risulta importante anche nel controllo delle perdite di prodotto, con andamenti opposti per le perdite dovute al mancato distacco e per quelle occulte. Il compromesso migliore fra questi due aspetti si ottiene con una frequenza sufficiente a garantire un buon distacco, preferibilmente non completo, senza provocare un eccesso nel grado di ammostamento e di defogliazione, principali cause delle perdite occulte.

### ***7.3.2 II prova - Sollecitazioni trasmesse dagli organi di intercettazione e trasporto di una vendemmiatrice a scuotimento verticale***

## Obiettivo

L'obiettivo di questa sperimentazione è stato quello di valutare le sollecitazioni meccaniche, alle quali viene sottoposto il prodotto da parte degli organi di intercettazione e trasporto di una vendemmiatrice a scuotimento verticale durante la raccolta.

## Materiali e Metodi

La prova è stata condotta su vigneti di Trebbiano Romagnolo allevati a GDC con una produzione unitaria di 17,5 t/ha. La produzione presentava le caratteristiche riportate in tabella 23.

Produzione media (t/ha)	17,5
°Brix	21,4
pH	3,1
Acidità totale (g/L)	4,8
Peso medio dei grappoli (g)	176
Peso medio degli acini (g)	2,00
Forza di distacco degli acini (N)	2,45
Indice di Area fogliare LAI (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	1,27

*Tabella 23. Caratteristiche del prodotto e della vegetazione al momento della raccolta.*

La ricerca è stata condotta utilizzando una vendemmiatrice semovente a scuotimento verticale mod. VTSC della ditta Tanesini Technology, utilizzata nella prova sopra riportata.

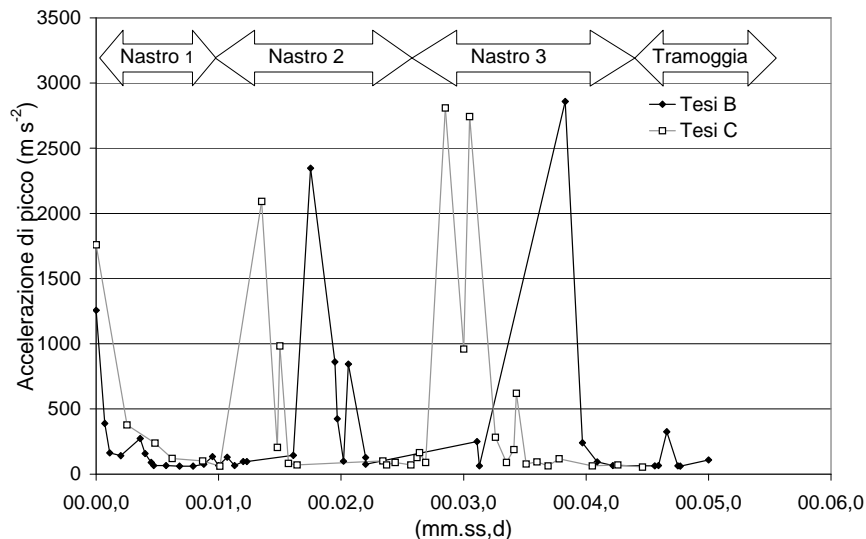
Durante la raccolta la vendemmiatrice avanzava ad una velocità di circa 2 km/h e utilizza una frequenza di battitura di 500 colpi/min, fornendo una produttività oraria di 5,49 t/h.

Per caratterizzare il lavoro svolto è stata inserita, nel flusso del prodotto distaccato, una sfera strumentata con accelerometri, con i quali sono stati acquisiti i valori delle accelerazioni trasmesse nei vari momenti del trasferimento del prodotto all'interno della macchina.

Per questa sperimentazione sono state fatte due ripetizioni (tesi B e tesi C).

## Risultati

Le figura 133 mostra l'andamento delle accelerazioni all'interno della vendemmiatrice per le due tesi.



*Figura 133. Accelerazioni di picco misurate con la sfera strumentata all'interno della vendemmiatrice.*

Sono state osservate circa 30 sollecitazioni significative (superiori ai  $50 \text{ m/s}^2$ ), con un valore medio di 331 e  $470 \text{ m/s}^2$  per le due tesi. Fra queste si osserva comunque un posizionamento analogo dei picchi, con un leggero sfasamento di qualche decimo di secondo, compatibile con una possibile differenza di inserimento della sfera nel flusso di prodotto.

### Considerazioni

L'indagine dei fenomeni vibratori evidenzia impatti di notevole intensità sulla vendemmiatrice per l'interazioni con gli organi meccanici. I valori rilevati sembrano evidenziare criticità particolari nel punto di passaggio da un nastro trasportatore all'altro e questo aspetto, sicuramente trascurato dalla ditta costruttrice, potrebbe essere migliorato per ridurre l'impatto negativo della movimentazione dell'uva all'interno della macchina sulla qualità del prodotto finale.

## **7.4 Confronto tra i due sistemi di scuotimento**

La valutazione degli aspetti funzionali e operativi della vendemmia meccanica ha evidenziato importanti differenze fra i due sistemi di scuotimento esaminati.

Nella raccolta con scuotimento orizzontale la corretta regolazione del battitore appare fondamentale per trasmettere al meglio sollecitazioni idonee a provocare un distacco soddisfacente, senza eccedere nei danni al prodotto raccolto o alla vegetazione. In ogni caso l'azione diretta della macchina provoca sempre un certo grado d'ammontamento del prodotto e di defogliazione della pianta, che rappresentano le due principali cause della perdita quantitativa e qualitativa del raccolto. Va sottolineato però il notevole progresso nella forma e nella dinamica del movimento del battitore che recentemente ha permesso di migliorarne l'azione, maggiormente basata sul distacco per inerzia, e ridurre il maltrattamento alle piante e all'uva.

Nelle vendemmiatrici a scuotimento verticale la migliore interazione fra la macchina e la pianta consente di finalizzare al meglio le vibrazioni trasmesse e di evitare pericolosi eccessi dovuti ad una elevata frequenza di battitura; la macchina provoca quindi meno danneggiamenti al prodotto e alla pianta e risulta più facile nella regolazione.

Per quanto riguarda la movimentazione del prodotto all'interno della vendemmiatrice possiamo affermare che nelle macchine a scuotimento orizzontale il prodotto subisce un minor maltrattamento rispetto a quelle a scuotimento verticale, alle quali i costruttori hanno dedicato ben poche attenzioni.

Nel complesso possiamo asserire che i risultati appaiono positivi per entrambi i sistemi di raccolta, anche se è evidente che negli ultimi anni l'evoluzione costruttiva ha interessato soprattutto le vendemmiatrici a scuotimento orizzontale, consentendo di ridurre il divario preesistente fra i due sistemi di raccolta.

## **7.5 Vendemmiatrice con battitore ad ampiezza variabile e con sistema di misura del grado di ammontamento**

Le maggiori resistenze alla diffusione della vendemmia meccanica sono legate alla difficoltà di limitare le perdite di raccolta e di non danneggiare eccessivamente il prodotto e le piante.

La vendemmiatrice realizzata presenta due innovazioni utili agli operatori per gestire con più efficacia la raccolta meccanica dell'uva: un battitore ad ampiezza variabile e un sensore per la misura in tempo reale del grado d'ammontamento

provocato. Quest'ultima innovazione è stata presentata per la prima volta Eima International nel 2010 (Esposizione Internazionale di macchine per l'agricoltura e il giardinaggio) fra le novità tecniche 2010 segnalate dall'Unacoma.

#### ***7.5.1 Vendemmiatrice con battitore ad ampiezza variabile***

È stata utilizzata una vendemmiatrice a scuotimento orizzontale, modello Pulsar della Tanesini Technology. La macchina è di tipo trainata ed ha una massa di circa 3.400 kg. La struttura presenta una larghezza di 2,5 m ed una lunghezza di 4,0 m. La capacità massima di scavallamento è di 2,9 m.

Il battitore è costituito da due serie di aste contrapposte, che possono essere montate in numero variabile, da una quota minima di 0,4 m a una quota massima di 1,8 m. Nella prova sono state montate 8 aste (4+4), interessando la fascia di vegetazione da 0,7 a 1,5 m.

Questo battitore può essere considerato innovativo in quanto, oltre a prevedere la consueta regolazione della frequenza di movimento, può essere regolato nell'ampiezza del movimento che le aste compiono ad ogni ciclo. In particolare questo consente un'escursione variabile da 30 a 90 mm e viene gestita dall'operatore mediante un comando, che agisce sulla dimensione di un martinetto idraulico inserito nel manovellismo della trasmissione del moto.

La regolazione è ottenuta variando idraulicamente la dimensione del manovellismo e consente di adattarsi alle differenti condizioni operative (vitigno, grado di maturazione, ecc.).

#### ***7.5.2 Sensore per la misura del grado di ammostamento***

Il sensore per la misura del grado d'ammostamento dell'uva raccolta (mosto che fuoriesce dagli acini a seguito delle sollecitazioni trasmesse con la vendemmia meccanica) consente all'operatore di valutare in tempo reale il danneggiamento provocato all'uva. La conoscenza di questo elemento, direttamente correlato alle perdite "occulte" (mosto che bagna le foglie rimaste sulle piante o che viene espulso dai ventilatori utilizzati per la pulizia dell'uva raccolta), può essere



utilizzato dall'operatore per gestire più correttamente la macchina senza basarsi solo sulla quantificazioni delle perdite visibili (uva rimasta sulla pianta o caduta a terra).

Il principio di funzionamento del sensore si basa sul bilancio di potenza termica, che si instaura sulla superficie di una piastra metallica strumentata (*figura 134*), secondo la seguente relazione:

$$q_p = q_r - q_v - q_{sm} - q_{lm}$$

con:

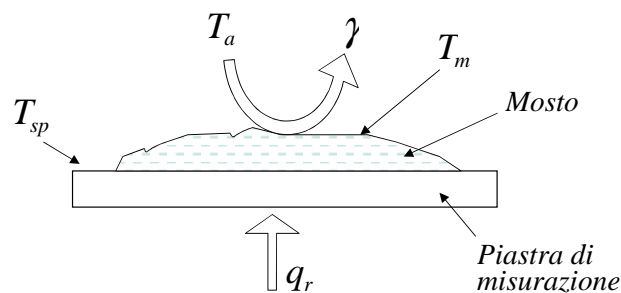
$q_p$ =bilancio di potenza termica

$q_r$ =potenza termica fornita alla piastra

$q_v$ =potenza termica asportata per convezione

$q_{sm}$ =potenza termica asportata per riscaldamento del mosto

$q_{lm}$ =potenza termica asportata per evaporazione del mosto



*Figura 134. Schema del bilancio termico del sensore durante il lavoro.*

$T_{sp}$ =temperatura superficiale piastra (K);  $T_a$ =temperatura aria (K);  $\gamma$ =coefficiente di convezione ( $W/m^2K$ );  $T_m$ =temperatura mosto (K);  $q_r$ =potenza termica fornita alla piastra (W).

La piastra strumentata viene posizionata nel flusso d'aria erogata dall'aspiratore, in cui è presente, in quantità variabile a seconda dei casi, il mosto nebulizzato o aderente su frammenti di foglie. La piastra comprende delle resistenze elettriche (R) per il surriscaldamento e un sistema di misura della temperatura superficiale (*figura 135*).

Il sistema di riscaldamento prevede l'alternanza di fasi attive e inattive delle

resistenze. In figura 136 è riportato un esempio dell'andamento della temperatura di superficie in corrispondenza dello stato della resistenza elettrica. L'output del sensore consiste nella derivata media della temperatura rispetto al tempo nell'intorno indicato in figura, che rappresenta, in definitiva, la velocità di riscaldamento della piastra stessa.

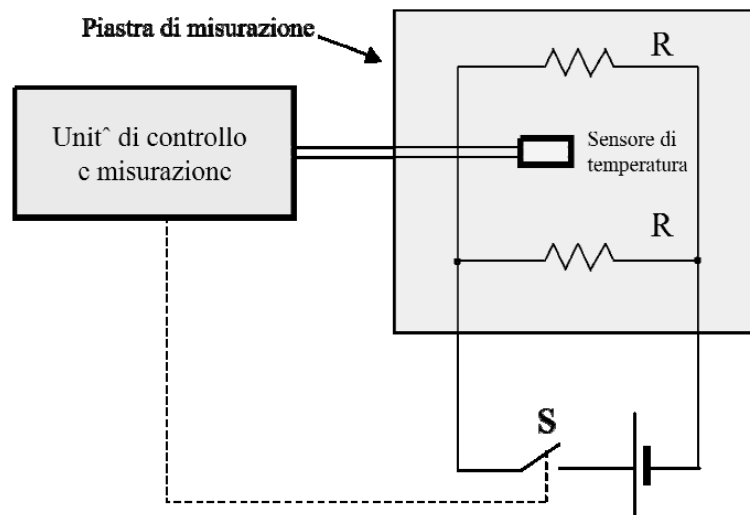


Figura 135 . Schema del sensore per la misura del mosto.

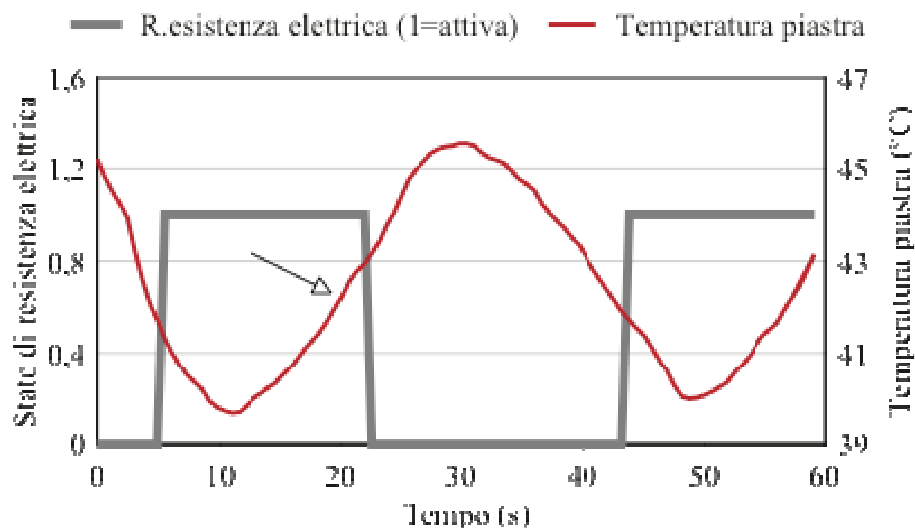
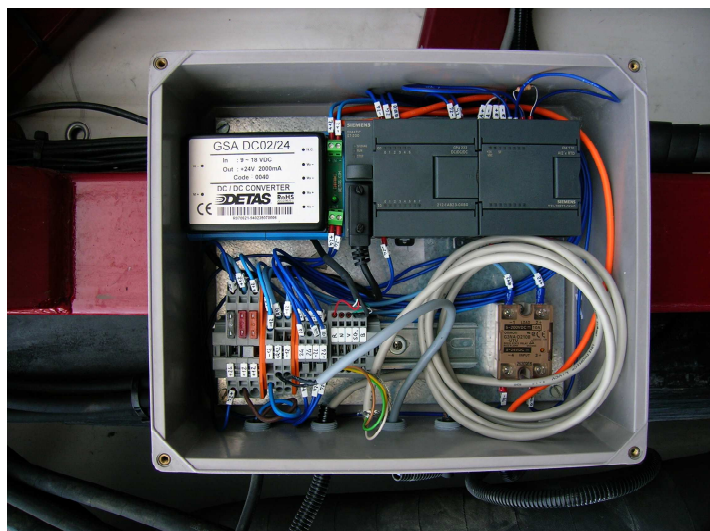
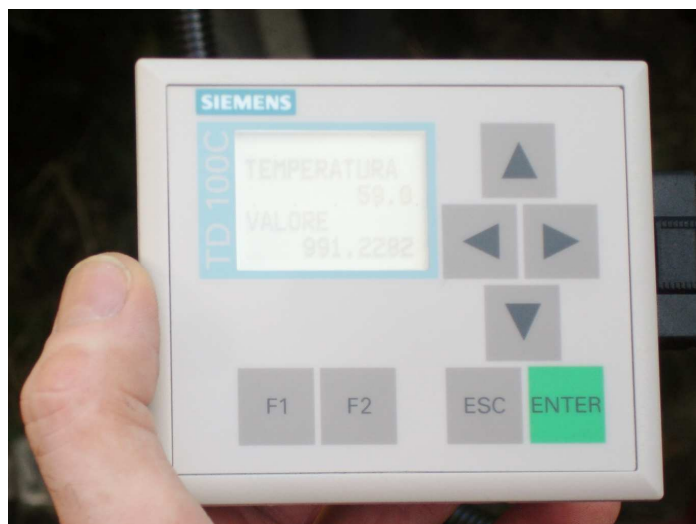


Figura 136. Variazioni temporali della temperatura della piastra in funzione dello stato di riscaldamento. Il parametro di riferimento è la derivata nel punto indicato.

Il sensore è collegato alla centralina di controllo, che è stata realizzata con un PLC prodotto dalla Siemens (SIMATIC S7-200 Micro PLC) (*figura 137*), ritenuto adatto all'applicazione e più versatile di altre soluzioni. Al PLC è stato aggiunto un display con tastiera integrata per visualizzare l'indice di ammostamento (IA) e per l'impostazione dei parametri operativi (*figura 138*).



*Figura 137. Centralina di controllo del sensore di ammostamento montata sulla vendemmiatrice con il PLC e altri moduli di misura e azionamento.*



*Figura 138. Display con tastiera posto sul quadro di comando della vendemmiatrice.*

La piastra sensibile, come già detto, è stata collocata sulla vendemmiatrice in prossimità della bocca di uscita di uno dei due ventilatori (*figura 139*) ed orientata in modo tale da formare un angolo molto aperto con il flusso incidente dell'aria. In questo modo si evita il deposito di frammenti di foglie sulla piastra stessa, compromettendo il corretto funzionamento del sensore.

Prima dell'allestimento sulla macchina il sensore è stato verificato in laboratorio per definire i parametri .



*Figura 139. Piastra sensibile del sensore di ammostamento all'uscita del ventilatore.*

### ***7.5.3 Verifica funzionale della vendemmiatrice e del sensore***

#### **Obiettivo**

La sperimentazione ha voluto verificare l'efficacia del controllo dell'ampiezza del battitore e successivamente la funzionalità del sensore per la misura del grado di ammostamento.

#### **Materiali e Metodi**

La prove sono state eseguite presso l'azienda Agricola Visani di Granarolo Faentino (RA) su vigneti di Trebbiano Romagnolo allevato a Guyot doppio, con

pali di sostegno in ferro. Al momento della raccolta il vigneto presentava una produzione unitaria di 36,5 t/ha ed una superficie fogliare di 2,57 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. La distanza interfilare era di 3,2 m con una densità d'impianto di 3.420 ceppi/ha. Le caratteristiche del prodotto e della vegetazione sono riportate in tabella 24. È stato utilizzato il prototipo di vendemmiatrice precedentemente descritta della ditta Tanesini Technology (*figura 140-141*).

Produzione media (t/ha)	36,5
°Brix	21
pH	3,4
Acidità totale (g/L)	5,12
Peso medio dei grappoli (g)	186
Peso medio degli acini (g)	2,06
Forza di distacco degli acini (N)	2,3
Indice di Area fogliare LAI (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	2,57

*Tabella 24. Caratteristiche del prodotto e della vegetazione al momento della raccolta.*



*Figura 140. Versione definitiva della vendemmiatrice innovativa utilizzata nella prova.*





*Figura 141. Fase di lavoro durante le prove su Trebbiano Romagnolo.*

#### **7.5.4 Funzionalità della vendemmiatrice**

È stato quantificato il maltrattamento provocato dalla vendemmia meccanica sulla produzione (grado d'ammontamento) e sulle piante (entità della defogliazione). Il grado di ammontamento è stato valutato separando per sgrondatura di 30 minuti il prodotto raccolto su una base di 16,5 m (*figura 142*), mentre il grado di defogliazione è stato rilevato misurando la superficie fogliare su tre piante prima e dopo la raccolta.

Sono state anche quantificate le perdite visibili lungo 9 m di filare (prodotto rimasto sulla pianta e caduto a terra,) e le perdite “occulte” (mosto aderente alla vegetazione e disperso dal sistema pneumatico di pulizia) (*figura 143*). Il mosto sulla vegetazione è stato determinato, mediante la misura dell'umidità delle foglie prima e dopo la raccolta meccanica, poi corretto col grado Brix. Le perdite ai ventilatori sono state rilevate, su una base di 16,5 m, intercettando il flusso in uscita dal ventilatore (mosto e foglie bagnate) con una rete a maglia stretta (3 mm) contenuta in un sacco di iuta (*figura 144*).



*Figura 142. Scarico del prodotto raccolto in una tesi. L'uso di due bins sovrapposti consente di separare per sgrondo il mosto dall'uva.*



*Figura 143. Operazioni di pesatura diretta in campo per la determinazione delle perdite.*





*Figura 144. Rilievo delle perdite ai ventilatori effettuato intercettando il flusso in uscita dal ventilatore con una rete a maglia stretta contenuta in un sacco di iuta.*

Per studiare l'efficacia delle regolazioni del battitore, la vendemmiatrice è stata utilizzata con diverse frequenze di battitura, ampiezze di oscillazione e velocità di avanzamento. Sono state realizzate sette tesi organizzate nel programma di prove indicate nella tabella seguente.

TESI	Frequenza battitore	Ampiezza battitore (mm)	Velocità avanzamento (km/h)
1	480	30	1,9
2	540	30	1,9
3	420	60	1,9
4	480	60	1,9
5	480	90	1,9
6	480	90	2,2
7	480	90	2,5

*Tabella 25. Regolazioni utilizzate nelle varie tesi della prova di vendemmia meccanica su Trebbiano Romagnolo.*

Per evidenziare gli effetti di ciascuna regolazione sono stati fatti confronti fra i risultati ottenuti in alcune tesi. Ad esempio per valutare l'effetto della frequenza di battitura sono state comparate a coppie le tesi riportate in tabella 26.

## Risultati

I risultati ottenuti sono riuniti nelle tabelle 26, 27, 28 in modo da poter valutare separatamente i differenti aspetti.

Comparando la tesi 1 con la 2 e la tesi 3 con la 4 (*tabella 26*) si evidenzia come l'aumento della frequenza di battitura determini un maggior distacco dell'uva riducendo le perdite visibili; allo stesso tempo si incrementano il grado d'ammontamento del prodotto raccolto e la defogliazione delle piante. Questi due effetti agiscono negativamente sulle perdite "occulte" (mosto che imbratta la vegetazione o espulso dagli organi di pulizia del prodotto raccolto) e non sempre è agevole individuare la frequenza adatta ad ottenere il risultato migliore.

TESI	1	2	3	4
Frequenza del battitore (colpi/min)	480	540	420	480
Velocità d'avanzamento (km/h)	1,9	1,9	1,9	1,9
Ampiezza del battitore (mm)	30	30	60	60
Ammontamento dell'uva (%)	18,8	23,1	14,3	20,5
Defogliazione delle piante (%)	14,0	18,4	14,0	16,4
Perdite:				
- uva rimasta sulla pianta (%)	1,6	1,3	3,6	1,2
- uva caduta a terra (%)	0,7	1,1	0,7	0,6
- mosto che bagna le foglie sulla pianta (%)	4,5	5,2	3,3	4,1
- mosto uscito dal ventilatore (%)	5,1	5,3	5,5	6,7
- totali (%)	11,9	12,9	13,1	12,6

*Tabella 26. Risultati ottenuti nelle tesi realizzate per verificare l'effetto della frequenza di battitura.*

La variazione della velocità d'avanzamento ha un effetto prevalente sulle perdite, dovute al mancato distacco di parte del prodotto (*tabella 27*). Infatti normalmente viene utilizzata quella massima consentita, oltre la quale si rischia di aumentare in maniera inaccettabile la percentuale d'uva non raccolta. La variazione di questa regolazione produce anche altri effetti sulle perdite "occulte", che però non sono sempre ben controllabili.

TESI	5	6	7
Velocità d'avanzamento (km/h)	1,9	2,2	2,5
Frequenza del battitore (colpi/min)	480	480	480
Ampiezza del battitore (mm)	90	90	90
Defogliazione delle piante (%)	23,1	19,4	20,1
Ammostamento dell'uva (%)	25,1	25,0	17,1
Perdite:			
- uva rimasta sulla pianta (%)	0,1	0,7	1,2
- uva caduta a terra (%)	0,6	0,8	1,1
- mosto che bagna le foglie sulla pianta (%)	2,9	3,0	2,6
- mosto uscito dal ventilatore (%)	6,7	6,5	6,5
- totali (%)	10,3	11,0	11,4

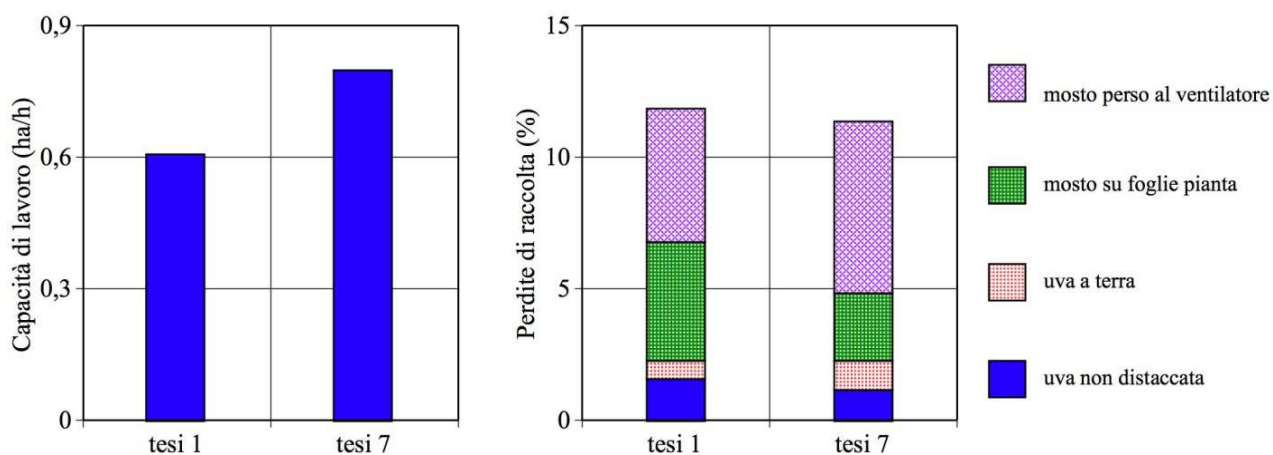
*Tabella 27. Risultati ottenuti variando solo la velocità d'avanzamento.*

La regolazione dell'ampiezza del battitore produce effetti evidenti. Un aumento dell'escursione delle aste determina un'azione più energica con un miglior distacco dell'uva (*tabella 28*). Questo effetto positivo deve essere però ben dosato, in quanto può aumentare eccessivamente la defogliazione delle piante e l'ammostamento dell'uva raccolta che, come già evidenziato, possono incrementare le perdite di mosto. Nel caso esaminato però la maggiore capacità di trasmissione delle sollecitazioni, ottenuta utilizzando il valore di ampiezza più alto, è risultata la più favorevole per ridurre l'entità delle perdite di raccolta (minime quelle visibili e accettabili quelle occulte).

TESI	1	4	5
Ampiezza del battitore (mm)	30	60	90
Frequenza del battitore (colpi/min)	480	480	480
Velocità d'avanzamento (km/h)	1,9	1,9	1,9
Defogliazione delle piante (%)	18,8	20,5	23,1
Ammostamento dell'uva (%)	14,0	16,4	25,1
Perdite:			
- uva rimasta sulla pianta (%)	1,6	1,2	0,1
- uva caduta a terra (%)	0,7	0,6	0,6
- mosto che bagna le foglie sulla pianta (%)	4,5	4,1	2,9
- mosto uscito dal ventilatore (%)	5,1	6,7	6,7
- totali (%)	11,9	12,6	10,3

*Tabella 28. Risultati ottenuti in tre tesi in cui è stata variata l'ampiezza del movimento del battitore.*

La maggior energia trasmessa aumentando l'ampiezza del battitore può anche consentire di aumentare la produttività del cantiere. Ad esempio, confrontando la tesi 1, realizzata con un' ampiezza del battitore di 30 mm, e la tesi 7, in cui è stata utilizzata un' ampiezza di 90 mm, si nota come sia possibile aumentare del 32 % la velocità d'avanzamento e quindi la capacità di lavoro, senza penalizzare l'entità delle perdite di raccolta (*figura 145*).

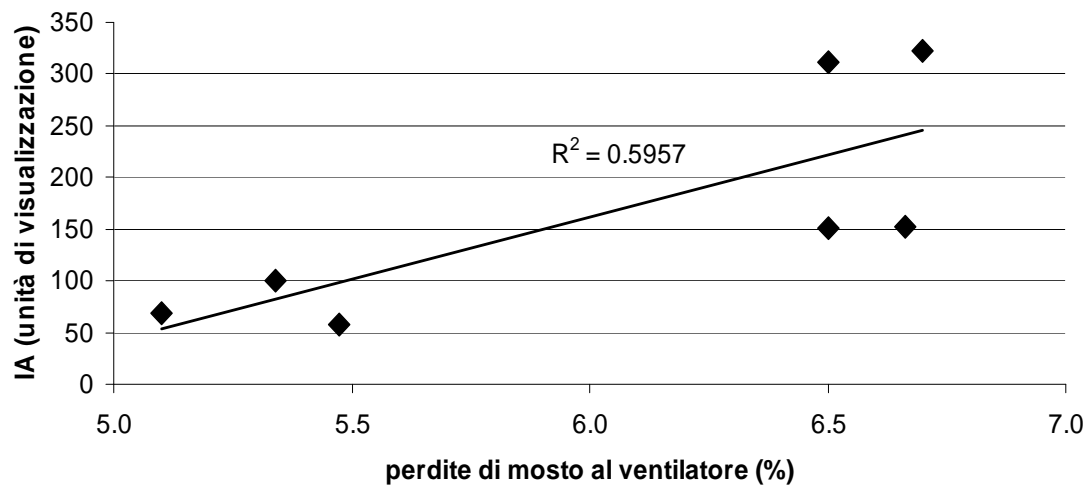


*Figura 145. Produttività e perdite di raccolta riscontrate aumentando la velocità d'avanzamento e l'escursione del battitore (tesi 7).*

### 7.5.5 Funzionalità del sensore

Nel corso della realizzazione delle prove sopra descritte è stato impiegato il sensore per la misura del grado di ammostamento prodotto. Questo ha permesso di verificare la validità dello strumento.

Nella figura 146 è riportata la risposta del sensore (indice di ammostamento IA, in unità di visualizzazione) in funzione delle perdite di mosto al ventilatore (%). Il coefficiente  $R^2=0,60$  indica una discreta correlazione dell'IA con la grandezza misurata, il valore è ritenuto accettabile per uno strumento di campo sottoposto all'influenza di notevoli fattori disturbanti.



*Figura 146. Correlazione fra la lettura dello strumento (IA) e le perdite di mosto al ventilatore.*

#### **7.5.6 Valutazioni conclusive**

Nelle serie di prove realizzate la variazione dell'ampiezza del movimento dei battitori, utilizzata da 30 a 90 mm, ha dimostrato una evidente efficacia sul controllo della capacità di distacco dell'uva. Pertanto questa regolazione può essere considerata un ulteriore strumento che l'operatore può utilizzare, in aggiunta al controllo della frequenza del battitore e della velocità di avanzamento, per gestire al meglio la vendemmia meccanica.

I risultati ottenuti in campo hanno dimostrato che l'aumento dell'escursione rafforza l'azione del battitore, consentendo di contenere la frequenza di battitura o di aumentare la velocità d'avanzamento, con evidenti vantaggi sull'integrità dell'uva distaccata o sulla produttività del cantiere di raccolta.

La verifica di campo del sensore ha evidenziato una buona correlazione lineare fra la misura letta dallo strumento e il flusso di mosto che viene espulso dagli aspiratori. Ciò consente di stimare con una buona approssimazione l'entità delle perdite "occulte" e, indirettamente, il grado di ammostamento provocato dalla vendemmia meccanica che rappresenta la principale causa di queste perdite.

Nel complesso le due soluzioni adottate contribuiscono a migliorare l'esecuzione della vendemmia meccanica, fornendo agli operatori due strumenti, uno funzionale

e uno di controllo, capaci di consentire le migliori prestazioni della macchina, rispettando il più possibile l'integrità del prodotto raccolto.

## **7.6 Sistema di trasporto innovativo finalizzato a conservare la qualità del prodotto**

Una delle principali problematiche della vendemmia meccanica è data dall'elevato grado d'ammontamento che può innescare diversi effetti negativi alla qualità del prodotto stesso, come l'ossidazione delle componenti fenoliche ed aromatiche e l'avvio di fermentazioni da parte dei lieviti apiculati, la precoce macerazione delle bucce e la cessione di sentori sgradevoli da parte di foglie e raspi. Per tale motivo in questi anni di ricerca abbiamo sperimentato un sistema di trasporto innovativo, che prevede la separazione della componente liquida da quella solida così da applicare tecniche enologiche differenziate per le due frazioni già prima dell'arrivo in cantina.

### **7.6.1 *Il carro modificato***

Il carro autoscaricante a coclea è stato modificato inserendo una superficie di sgrondo sul fondo della vasca per separare e raccogliere il mosto, fuoriuscito durante la vendemmia meccanica, in un serbatoio chiuso nella parte sottostante del carro. Questo avviene grazie ad un drenaggio con griglia e sifone, che permette lo sgrondo del liquido nel serbatoio sottostante, evitando perdite di anidride carbonica gassosa.

Il rimorchio monoasse è costituito da una tramoggia tronco-conica con coclea basale elevabile idraulicamente.

Il serbatoio per il recupero della frazione liquida ha circa il 30 % della capacità della tramoggia di carico ed è dotato di sportelli, che permettono il trattamento con ghiaccio secco e le operazioni di pulizia.

Il carro così modificato permette di isolare subito in campagna la fase liquida, più delicata e pregiata, che viene trattata con gas inerti, quali azoto, anidride carbonica liquida o solida. Tale metodo prevede l'uso del gas tal quale con sola azione

inertizzante oppure sottoforma liquida o solida con un azione anche raffreddante (azoto e anidride carbonica liquida). I gas inerti, essendo più pesanti dell'aria secca, permangono negli strati più bassi del serbatoio, riducendo i processi di ossidazione, bloccando i processi fermentativi indesiderati, preservando le caratteristiche organolettiche e, nel caso del ghiaccio secco, abbassando sensibilmente la temperatura. Inoltre l'impiego di un serbatoio chiuso del mosto permette di avere la massima sicurezza durante il trasporto su strada, eliminando completamente i rischi di fuoriuscita accidentale.

### Messa a punto del carro modificato

La realizzazione delle prime prove di campo è stata effettuata nel triennio 2005-2007 e ci ha permesso di individuare e correggere alcuni particolari costruttivi quali:

- aumento della capacità del rimorchio a 4,5 m<sup>3</sup>;
- coperchio della tramoggia di carico per evitare perdite di anidride carbonica gassosa;
- vano porta-bombola con scarico servoassistito;
- sistema di recupero dell'anidride carbonica dal serbatoio alla tramoggia (figura 147).



*Figura 147. Carro per il trasporto di uva raccolta a macchina munito di dispositivo di separazione del mosto che viene raccolto nel serbatoio sotto la tramoggia ed immediatamente trattato con CO<sub>2</sub> solida.*



### 7.6.2 Verifica funzionale del carro modificato

L'obiettivo principale di questa sperimentazione condotta è stato quello di valutare il livello qualitativo delle uve provenienti da raccolta meccanica mediante la separazione e il condizionamento in campo del mosto libero.

La prova è stata eseguita presso l'azienda Terre Naldi a Tebano (RA), su Sauvignon allevato a Cordone speronato, utilizzando una vendemmiatrice trainata a scuotimento orizzontale ERO LS Traction (*figura 148*), che ha lavorato mantenendo una velocità d'avanzamento pari a 1,6 km/h ed una frequenza del battitore di 460 colpi/min.

L'indagine si è articolata effettuando tre prove in campo, una di riferimento che prevedeva il trasporto senza separazione e il trattamento con 20 g/hL di un prodotto antiossidante (tesi 1) e due tesi sperimentali (tesi 2 e 3).



*Figura 148. Vendemmiatrice a scuotimento orizzontale trainata Ero.*

Le uve vendemmiate a macchina sono state scaricate nel carro modificato, dove per gravità si è separata la fase liquida (*figura 149*).

Quest'ultima è stata subito trattata con circa 1 kg/hl di anidride carbonica solida (ghiaccio secco) nella tesi 2 e con circa 6 kg/hl nella tesi 3. Inoltre all'arrivo in cantina il mosto è stato immesso direttamente in serbatoio, evitando un inutile e dannoso passaggio negli impianti di ricevimento e di prima lavorazione delle uve

(tramogge, pigiadiraspatrici, presse, pompe ecc.) che possono essere meglio utilizzati per la sola frazione solida (*figura 150*).



*Figura 149. Carro per il trasporto di uva raccolta a macchina in fase di carico e scarico nel convogliatore, munito di dispositivo di separazione del mosto che viene raccolto nel serbatoio sotto la tramoggia ed immediatamente trattato con CO<sub>2</sub> solida.*



*Figura 150. Carro in fase di scarico differenziato: mosto-uva.*

In ciascuna prova i mosti ottenuti per le varie tesi sono stati vinificati con la medesima procedura e i vini ottenuti sono stati confrontati mediante analisi chimiche e sensoriali (test triangolare, test di preferenza e test di descrittori).

## Risultati

Le condizioni operative della prova sono indicate in tabella 29.

	Temp. Pressato	Sgrondo (hl)	Temp. Sgrondo	CO <sub>2</sub> solida (kg/hl)	Mosto finale (hl)
Tesi 1	28° C	-	-	-	13,7
Tesi 2	24° C	3	21° C	1	8,8
Tesi 3	25° C	4,5	20° C	6	12,5

*Tabella 29. Condizioni operative della prova.*

Dai risultati delle analisi sensoriali effettuati con test triangolare e col test di preferenza (*figura 151*) si evince quanto segue:

I vini messi a confronto a tesi 1 e 2 sono risultati significativamente diversi per  $p=0.001$  con 18 riconoscimenti su 19 degustatori.

I giudizi edonistici di gradevolezza (test di preferenza) non hanno evidenziato preferenze fra le tesi, ma sono state ritenute entrambe molto gradite.

I vini messi a confronto nel tesi 1 e 3 sono risultati significativamente diversi per  $p=0.01$  con 12 riconoscimenti su 19 degustatori.

I giudizi edonistici di gradevolezza hanno evidenziato differenze significative per  $p=0.01$  nelle preferenze fra le tesi, risultando la tesi 3 quella più gradita con 16 preferenze.

I vini messi a confronto nelle tesi 2 e 3 sono risultati significativamente diversi per  $p=0.001$  con 15 riconoscimenti su 19 degustatori.

I giudizi edonistici di gradevolezza hanno evidenziato differenze significative per  $p=0.05$  nelle preferenze fra le tesi, risultando la tesi 3 quella più gradita con 15 preferenze (*tabella 30*).

Nell'analisi descrittiva sono emersi i seguenti profili sensoriali:

Tesi 1: Vino con profilo olfattivo non particolarmente intenso ma fine e piacevole, con note floreali e fresche di frutta acerba (mela verde). Nel complesso non particolarmente tipico di Sauvignon.

Al gusto presenta un'acidità contenuta, una punta di amaro, molto sapido, struttura media, un buon equilibrio.

Vino discreto in particolare alla vista (punteggio 6,94), con aspetto olfattivo neutro e tenue, che comunque è piaciuto anche se non molto tipico (punteggio 6,5).

Al gusto non soddisfa le aspettative rispetto agli altri vini; è meno strutturato, meno pieno (punteggio 6,22). Nel giudizio complessivo ha ottenuto il punteggio medio di 6,61 su 10.

Tesi 2: Vino con profilo olfattivo molto intenso e particolare, in realtà molto tipico con note floreali e fresche di frutta acerba, vegetale di solanacea, peperone e pipì di gatto.

Al gusto presenta un'acidità sostenuta, amarognolo e sapido, ottima struttura, caldo e pieno con un buon equilibrio.

Vino ottimo per tutti gli aspetti: alla vista punteggio 7,0, aspetto olfattivo molto marcato e tipico, un po' contrastato nei giudizi (punteggio 6,75). Gusto piacevolissimo e complesso (punteggio 7,17), giudizio complessivo 7,11 su 10.

Tesi 3: Vino con profilo olfattivo molto intenso, fine e complesso, piacevolissimo con note floreali, fruttate dolci e fresche di frutta acerba, vegetali, tipiche del Sauvignon ma non esaltate come nella tesi 2.

Al gusto presenta un'acidità sostenuta, amarognolo e sapido, ottima struttura, caldo e pieno con un buon equilibrio.

Vino ottimo per tutti gli aspetti: alla vista punteggio 6,83, aspetto olfattivo molto gradevole e senza giudizi contrastati (punteggio 7,36). Gusto piacevole e complesso (punteggio 7,0), giudizio complessivo 7,14 su 10.

Le tesi 2 e 3 sono risultate ugualmente le più gradite, anche se in realtà diverse.

Dai risultati delle analisi chimiche eseguite sui vini finiti si evince quanto segue: nelle tesi 2 e 3 l'acidità volatile risulta essere più contenuta rispetto alla tesi 1; nelle tesi 2 e 3 il contenuto di polifenoli totali è risultato superiore rispetto alla tesi 1, come pure il contenuto di alcol effettivo.

La densità ottica a 420 nm risulta essere maggiore nelle tesi 2 e 3 rispetto alla tesi 1 (*tabella 31*).

Dai risultati delle analisi sensoriali effettuate si evince quanto segue:

la tesi 1 è risultata significativamente meno gradita delle tesi 2 e 3 per tutti gli aspetti. La tesi 3 presenta un profilo olfattivo più intenso, complesso e fine, decisamente più fruttato (con note decise di ananas e banana).

La tesi 2 è risultata molto gradita al gusto e nel giudizio complessivo, ma particolare all'olfatto. Infatti questo vino presenta un profilo olfattivo marcato da descrittori vegetali, che non a tutti i giudici sono piaciuti (vegetale di solanacea e pipì di gatto, in realtà molto tipici del Sauvignon).

Entrambe le tesi 2 e 3 al gusto sono risultate più equilibrate, intense e persistenti, più morbide, fini e armoniche rispetto alla tesi 1 (*figura 152*).

La tesi 1 è risultata avere un profilo olfattivo non particolarmente intenso anche se abbastanza fine e piacevole, con note floreali e fresche di frutta acerba (non particolarmente tipiche del Sauvignon). Al gusto non soddisfa le aspettative rispetto agli altri vini; è meno strutturato, poco intenso e persistente con un'acidità contenuta (*figura 153*).

Tesi a confronto	Degustatori	Riconoscimenti Test triangolare	Significatività	Preferenze	Preferenze	Significatività e Preferenza
1 → 2	19	18	p=0,001	Tesi 1 (11)	Tesi 2 (8)	n.s.
1 → 3	19	12	p=0,01	Tesi 1 (3)	Tesi 3 (16)	p=0,01
2 → 3	19	15	p=0,001	Tesi 2 (4)	Tesi 3 (15)	p=0,05

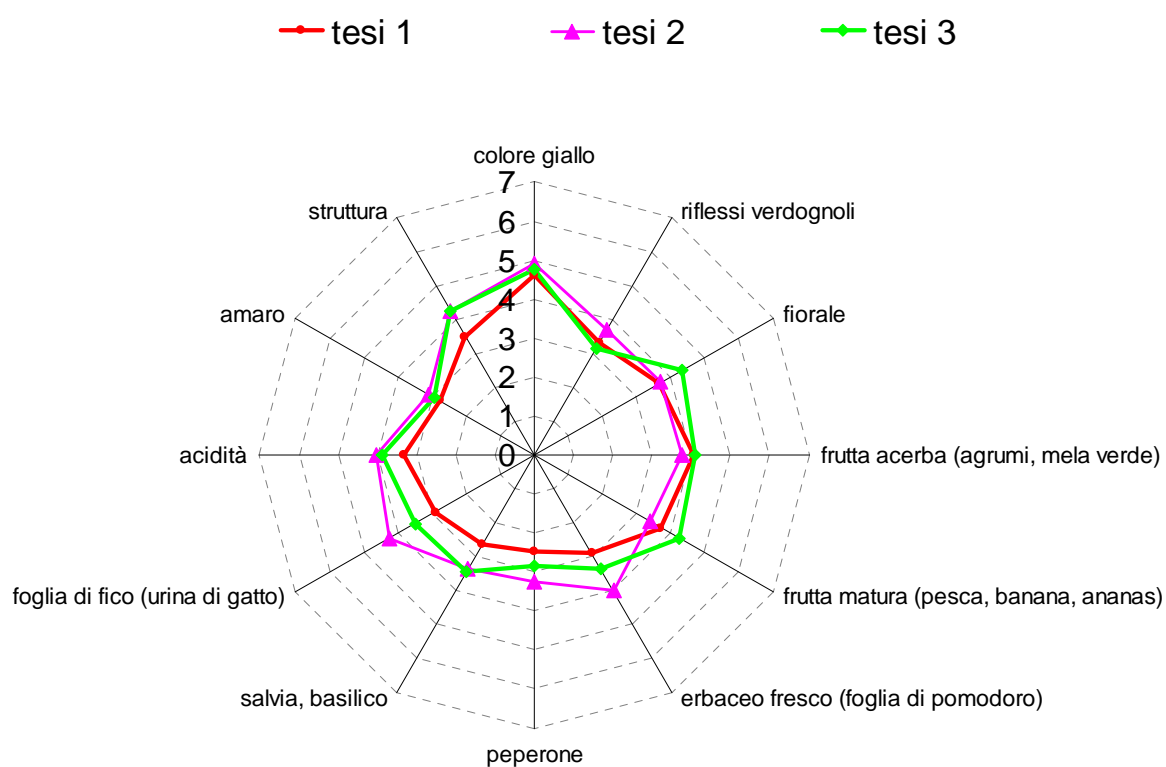
*Tabella 30. Risultati analisi sensoriali: Test Triangolari e preferenza.*

	Tesi 1 (Tradizionale)	Tesi 2 (Sperimentale + 1kg/hl CO <sub>2</sub> solida)	Tesi 3 (Sperimentale + 6kg/hl CO <sub>2</sub> solida)
Alcol effettivo (% vol)	12,76	14,54	14,55
Zuccheri (g/l)	1,0	1,8	1,0
pH	3,29	3,29	3,31
Acidità totale(g/l)	6,6	6,8	6,7
Acidità volatile (g/l)	0,36	0,26	0,26
Polifenoli totali (mg/l)	1522	1703	1682
Densità ottica 420nm	0,115	0,129	0,138

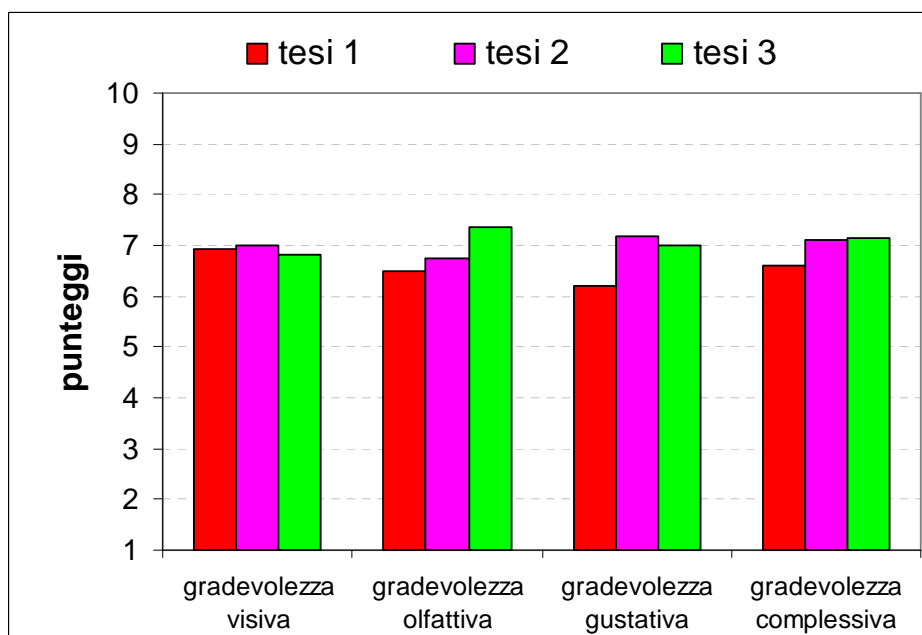
*Tabella 31. Risultati analisi chimiche dei vini.*



*Figura 151. Postazione di assaggio individuale (test triangolare e di preferenza).*



*Figura 152. Profili sensoriali delle tesi 1,2 e 3 di Sauvignon.*



*Figura 153. Giudizi di gradevolezza delle tesi 1, 2 e 3.*

### **7.6.3 Valutazioni economica**

Sulla base delle esperienze realizzate è possibile effettuare un'ipotesi economica semplificata sull'applicazione del sistema. A tal fine si considerano i seguenti elementi:

- costo della modifica al carro: 4.000 €;
- superficie di vigneto interessata annualmente: 20 ha/anno;
- produzione unitaria: 15 t/ha;
- ammostamento provocato dalla raccolta meccanica: 25 %;
- resa alla pressatura delle uve: 75 %;
- costo della CO<sub>2</sub> liquida: 1,2 €/kg;
- costo della CO<sub>2</sub> solida (ghiaccio secco): 1,6 €/kg.

Con questi elementi si possono valutare quattro tecniche di trasporto delle uve:

- 1) trasporto su carro modificato effettuando l'inertizzazione del mosto separato con 1 kg/ hL di CO<sub>2</sub> liquida;
- 2) trasporto su carro modificato effettuando l'inertizzazione del mosto separato con 1 kg/ hL di CO<sub>2</sub> solida;



- 3) trasporto su carro modificato effettuando il raffreddamento di  $-7^{\circ}\text{C}$  del mosto separato con 7 kg/hL di  $\text{CO}_2$  solida;
- 4) trasporto su carro tradizionale effettuando il raffreddamento di  $-7^{\circ}\text{C}$  sull'intera massa d'uva con 7 kg/q di  $\text{CO}_2$  solida.

La valutazione, sintetizzata nella tabella 32, mostra un bassissimo costo dell'intervento d'inertizzazione, sia utilizzando la  $\text{CO}_2$  liquida sia utilizzando quella solida, lasciando quindi l'eventuale scelta fra le due modalità ad altri fattori, quali la disponibilità e praticità d'uso dei due prodotti. Il costo aumenta più del doppio se si vuole effettuare anche un abbassamento significativo della temperatura. L'incidenza sul prodotto finito rimane comunque contenuta (2 centesimi/L) e di gran lunga inferiore a quella necessaria per lo stesso trattamento eseguito sull'intera massa d'uva raccolta. Inoltre in quest'ultimo caso l'uniformità del trattamento è sicuramente scarsa, considerando la bassa capacità di trasmissione termica dell'uva.

Tecnica	Costo per modifica carro (€/hL)	Costo $\text{CO}_2$ per unità di prodotto (mosto o uva) trattato (€/q)	Costo totale per unità di vino ottenuto (€/hL)
1	0,35	1,20	0,75
2	0,35	1,60	0,88
3	0,35	11,20	2,08
4	-	11,20	14,90

*Tabella 32. Costi stimati per differenti tecniche di protezione dell'uva vendemmiata a macchina.*

#### **7.6.4 Valutazioni conclusive**

La sperimentazione realizzata ha fornito risultati molto positivi, in linea con quelli ottenuti nelle precedenti sperimentazione condotte nel triennio 2005-2007. La tecnica, che può prestarsi per differenti livelli di applicazione, ha mostrato la convenienza ad anticipare la protezione della frazione liquida, più delicata ma anche più facile per una corretta protezione con mezzi chimici o fisici. I risultati ottenuti hanno evidenziato l'efficacia del sistema in sperimentazione in quanto:

- consente di ottenere prodotti differenti dal testimone;
- esalta gli aromi e preserva dalle ossidazioni;
- asseconda le vinificazioni in riduzione, creando fin da subito un ambiente riducente perché saturo di CO<sub>2</sub>.

Un aspetto molto importante riguarda la bassa incidenza economica, che pone questa tecnica a un livello di gran lunga inferiore a quello richiesto da interventi simili, realizzati sull'intera massa d'uva raccolta. Oltre al fondamentale aspetto della qualità del prodotto, la separazione in campo del mosto può fornire altri concreti vantaggi di tipo tecnologico e operativo:

- anticipare la protezione della frazione liquida che risulta la più delicata;
- ottenere un effetto “stabilizzante” sulla materia prima che arriva in cantina in condizioni paragonabili a quella raccolta manualmente;
- effettuare pratiche enologiche che richiedono assenza di contatto del mosto con l'ossigeno (vinificazione in riduzione delle uve bianche) oppure che prevedono l'assenza di fenomeni di macerazione, anche limitate, delle bucce;
- controllare i costi degli interventi enologici (soprattutto di raffreddamento), operando solo sulla componente più delicata (liquida) che, essendo isolata in un serbatoio, è anche meglio trattabile.

Ai sopra citati vantaggi se ne aggiungono altri, di tipo operativo e di ampliamento delle possibilità di scelta del processo di vinificazione:

- destinazione del mosto in cantina direttamente nei serbatoi di vinificazione, bypassando inutili passaggi in altre macchine enologiche, alle quali è veicolata la sola componente solida;
- migliore utilizzo degli impianti di ricevimento e prima lavorazione delle uve solo con la componente solida, con una migliore funzionalità e produttività delle macchine.
- facilitazione di pratiche enologiche che richiedono un forte controllo iniziale dei fenomeni macerativi delle bucce nel mosto, come:
  - vinificazione in riduzione delle uve raccolte a macchina;
  - impiego delle uve rosse nelle vinificazioni in bianco;
  - uve bianche vinificate senza macerazione pellicolare;

- macerazione pellicolare delle uve bianche su pigiati “salassati”;
- “salasso” delle uve rosse;
- facilitazione dei trasporti stradali del prodotto raccolto a macchina per annullamento di effetti “onda” in frenata o su tragitti in pendenza.

In un mercato sempre più globalizzato e competitivo, dove l’offerta è superiore alla domanda, l’imprenditore vitivinicolo potrà avvalersi dei benefici ottenuti da questo sistema, data la quasi insignificante incidenza calcolata.

Sarà dunque libero arbitrio degli imprenditori valutare la possibilità di avvalersi di questa nuova metodologia di condizionamento delle uve in campo e dell’acquisto del nuovo carro, dopo aver riflettuto sul rapporto costi-benefici della stessa, in riferimento alla realtà nella quale si trovano ad operare.

## 8. CONCLUSIONI

La ricerca condotta nell'ambito del presente dottorato ha permesso di analizzare lo stato dell'arte della vendemmia meccanica, presentando il processo evolutivo delle vendemmitrici e facendo una valutazione scientifica, al fine di individuare le migliori prestazioni in termini di rese di raccolta, qualità del prodotto e salvaguardia del vigneto.

Grazie al processo di ristrutturazione e ammodernamento dei vigneti la viticoltura italiana si presenta oggi con una superficie vitata meccanizzabile attorno al 35-40 % del totale, con la tendenza delle aziende a specializzarsi in questo comparto.

Per quanto riguarda l'offerta meccanica il livello tecnologico oggi raggiunto dalle vendemmiatrici in versione semovente o trainata è molto elevato. La tipologia a scuotimento orizzontale, oltre ad essere la più diffusa, è anche la più diversificata, con una varietà di modelli, adatti a vigneti con differenti caratteristiche.

Le vendemmiatrici a scuotimento verticale e quelle per tendone sono meno diffuse in relazione al minore utilizzo delle forme di allevamento compatibili al loro impiego.

Secondo i dati raccolti nell'ultimo anno le macchine operanti sul territorio sono circa 2.600, delle quali circa l'87 % a scuotimento orizzontale, mentre il rimanente 13 % è equamente suddiviso tra le vendemmiatrici a scuotimento verticale e quelle per tendone o pergola. Si stima che, negli ultimi anni, le unità vendute nel nostro paese siano state in media 170-190 unità all'anno. Le previsioni sono ulteriormente in crescita, considerando soprattutto gli alti costi e la limitata disponibilità della manodopera.

Nonostante i progressi costruttivi che hanno caratterizzato le macchine più recenti, ancora oggi la vendemmia meccanica incontra alcune problematiche che ne condizionano la sua diffusione; in particolare l'interazione macchina-pianta condiziona il risultato della vendemmia meccanica non solo nelle rese di raccolta e nella qualità del prodotto ma anche nella salvaguardia del vigneto.

Per tale ragione in questi anni di ricerca abbiamo focalizzato l'attenzione sull'analisi delle sollecitazioni trasmesse dalle vendemmiatrice alla pianta e quantificando i conseguenti effetti sul prodotto raccolto, sulle piante e sulle perdite di produzione.

Sono state studiate le sollecitazioni trasmesse sul prodotto all'interno della macchina, dopo la fase di distacco sino al suo accumulo nelle tramogge di carico.

La valutazione di questi aspetti ha evidenziato importanti differenze fra il sistema di scuotimento orizzontale e quello verticale. Nella raccolta con scuotimento orizzontale la corretta regolazione del battitore è risultata fondamentale per trasmettere al meglio sollecitazioni idonee a provocare un distacco soddisfacente, senza eccedere nei danni al prodotto raccolto o alla vegetazione. In ogni caso l'azione diretta della macchina provoca sempre un certo grado d'ammontamento del prodotto e di defogliazione della pianta, che rappresentano le due principali cause della perdita quantitativa e qualitativa del raccolto. Va sottolineato però il notevole progresso nella forma e nella dinamica del movimento del battitore, che recentemente ha permesso di migliorarne l'azione, maggiormente basata sul distacco per inerzia, e ridurre il maltrattamento alle piante e all'uva.

Nelle vendemmiatrici a scuotimento verticale la sollecitazione indiretta sulla pianta consente di finalizzare al meglio le vibrazioni trasmesse e di evitare pericolosi eccessi dovuti ad una elevata frequenza di battitura; la macchina provoca quindi meno danneggiamenti al prodotto e alla pianta e risulta più facile nella regolazione. Per quanto riguarda la movimentazione del prodotto all'interno della vendemmiatrice i risultati hanno evidenziato che nelle macchine a scuotimento orizzontale il prodotto subisce un danneggiamento differente a seconda della soluzione utilizzata per il suo trasporto alle tramogge. In ogni caso queste vendemmiatrici producono un minor maltrattamento rispetto a quelle a scuotimento verticale, alle quali i costruttori hanno dedicato sicuramente meno attenzioni per il loro miglioramento.

Nel complesso le valutazioni effettuate appaiono positive per entrambi i sistemi di raccolta, anche se è evidente che negli ultimi anni l'evoluzione costruttiva ha interessato soprattutto le vendemmiatrici a scuotimento orizzontale, che ora appaiono meno penalizzate per le rese e la qualità della raccolta.

L'attività sperimentale ha interessato anche nuove possibilità di regolazione e di controllo delle vendemmiatrici, rappresentate dalla gestione dell'ampiezza del movimento del battitore e dalla misura del grado di ammontamento provocato. La regolazione dell'ampiezza del movimento dei battitori ha migliorato le rese e la produttività di raccolta, mentre il sensore si è dimostrato un valido supporto per aiutare l'operatore a meglio gestire la macchina.

Nell'ultima parte dell'attività sperimentale è stata verificata la validità di un sistema di trasporto innovativo per conservare la qualità delle uve, basato sulla separazione e il trattamento differenziato del mosto fuoriuscito durante la raccolta meccanica. Il sistema, di facile applicazione e contenuti costi d'esercizio, ha permesso di mantenere elevata la qualità del prodotto raccolto.

La conclusione di questo mio lavoro vuole essere volta al futuro, alla luce dell'esperienze condotte in questi anni, con l'auspicio che vengano abbattuti i pregiudizi che vedono nella vendemmia meccanica un fattore penalizzante per le rese di raccolta e per la qualità dei vini.

Per essere competitivi sul mercati nazionale ed internazionale dobbiamo infatti prendere spunto da altre realtà vitivinicole, alcune anche molto recenti, che, pur essendo basate sulla produzione di vini di qualità, hanno individuato nella vendemmia meccanica un elemento imprescindibile del processo produttivo.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTATA

AA.VV. (1978) - *Progetto nord-sud '77*, Atti Convegno Nazionale sulla vendemmia meccanica in Italia, Firenze, 1, 131-237.

AA.VV. (1997) - *Il divulgatore*, Anno XX, N°9 Settembre, Casa Editrice Edagricole.

AA.VV. (2008) - *Vendemmia*, Casa Editrice Vit.En.

AA.VV. (2010) - *I modelli di vendemmiatrici in commercio in Italia*, L'Informatore Agrario, 21.

Agrintesa Soc.Coop.agricola (2010) - *Tariffe prezzi media quintale Vendemmia*.

Andreotti L., Palese C., (2007) *Vendemmiatrici, Avanti piano*, L'Informatore Agrario, 27, 61-62.

A.P.I.M.A.I. (2011) - *Tariffe delle prestazioni agromeccaniche da valere in provincia di Ravenna*.

ASAE Standards (1998) - EP496.2. Agricultural Machinery Management. St. Joseph, Mich.: ASAE.

Arfelli G., Bordini F., Pezzi F. (2005)- *Vendemmia meccanica e tecnologie post-raccolta*, VQ, 5, 80-85.

Arfelli G., Sartini E., Pezzi F., Bordini F.(2007) - *Vendemmia meccanica e qualità dei mosti*, VQ, 5, 45-51.

Armentano G. (2008) - *Vendemmia selettiva con le Pellenc*, MAD, 5, 56-57.



Arrivo A., Bellomo F., Marinucci R. (2004) - *Possibilità di raccolta meccanica dell'uva da vino in vigneti a tendone della regione Abruzzo*, Monografia, Regione Abruzzo - ARSSA - Tip. SiVA, Ottobre, 1-34.

Atti del VIII Convegno Nazionale di Ingegneria Agraria (2005) - *L'ingegneria agraria per lo sviluppo sostenibile dell'area del mediterraneo*, Catania, 27-30 giugno.

Baldini E., Intrieri C. (1984) - *Meccanizzazione della vendemmia e della potatura*, Editrice Clueb, Bologna.

Baldini E. Intrieri C. (2004) - *Viticoltura meccanizzata*, Editrice Edagricole, Bologna.

Baraldi G., Bordini F., Caprara C., Pezzi F. (2006) - *Interazione macchina pianta nella vendemmia meccanica*, Atti del Convegno "Innovazione delle macchine e degli impianti nel settore agro-alimentare per un'agricoltura multifunzionale nel rispetto dell'ambiente", 2006, Anacapri (NA), 5-6 giugno, 167-173.

Biondi P. (1999) - *Meccanica agraria Le macchine agricole*, Edizioni UTET.

Barbonneau A., Bedes c., Domergue P., Bertrand Y. (2001) - *The foldable Lyre: Mechanical harvesting of the Lyre using lateral shaking*. Proc. 12 emes Journes Gesco, Montpellier 3-7 Julliet 2001, 2.

Bresciani R. (2004) - *Vendemmiatrici, macchine polivalenti*" Vignevini, 11, 90-94.

Camera di Commercio Industria, Artigianato e Agricoltura di Pesaro, *Manifestazioni Viticole Marchigiane* (1971).

Carbonneau A. (1997) - *Critique de la vendage mécanique. Intérêts du secouage vertical*. *Progres Agricole et Viticole*, 113 (23), 512-516.

Castaldi R. (2008) - *Vendemmia meccanica, Una convenienza poco nota*, L'informatore agrario, 27.

Castaldi R., (2011) - *Vite, Sistemi di allevamento*, Edizioni L'Informatore Agrario.

Castaldi R. (2008) - *Tra le cantine della Nuova Zelanda in fortissima espansione*, La Madia, Travefood, Vinaria, 82-93.

Catania P.,Vallone A.,Pipitone F.(2009) - *Analysis of the main factors influencing the quality of wine from mechanically harvested grapes*. Ing.Agr., 4, 27-30.

Chaler G.(1991) - *Récolte mécanique de la vigne: comportement des nouveaux dispositifs de récolte*, Progrès Agricole et Viticole, 108(4), 79–86.

Clary C D; Steinhauer R E; Frisinger J E; Peffer T E (1990) - *Evaluation of machine - vs. hand-harvested chardonnay*. American Journal of Enology and Viticulture, 41(2), 176–181.

Corradi C. (2009) - *Quando è meglio la trainata , Quando preferire la semovente*, VigneVini, 4, 87-91.

Demaldè R., Spezia G. (2006) - *Quando conviene acquistare una vendemmiatrice*, L'Informatore Agrario, 22, 57-60.

Dosso P., Spezia G. (2006) - *Viticultura di precisione grande risorsa per il futuro*, L'informatore Agrario, 24.

Elaborazione Winenews su dati Censimento Istat (2011).

Fontana M. (2009) - *Vigneti Meccanizzabili moltiplicati per tre*, VigneVini, 1/2, 36-40.

Fregoni M. (2005) - *Viticultura di qualità*, Edizioni Phytoline, Piacenza.

Fregoni M. (1985) - *Viticultura Generale compendi didattici e scientifici*, Editrice REDA, Bologna.

Intrieri C., Silvestroni O. (1983) - *Evoluzione delle forme di allevamento della vite nella pianura emiliano-romagnola*. Vignevis, 10, 23-38.

Intrieri C., Silvestroni O., Filippetti I., Lia G., Borghesi L., Colucci E. (2000) - *Comportamento operativo e funzionale di "Trinova II" e di "Trinova II-Prunner" in prove di vendemmia e di potatura su "Cordone libero mobilizzato"*, Frutticoltura, 3.

Intrieri C., Silvestroni O., Poni S., Filippetti I., Colucci E., Lia G. (1998) - *Principi ed evoluzione tecnica dei sistemi di allevamento e delle macchine*, Supplemento a Terra e Vita, 11.

Intrieri C; Poni S (1990) - *Nuovo approccio integrato fra sistemi di allevamento e macchine per la conduzione dei vigneti di qualità*. Atti Accademia Italiana della Vite e del Vino, 42, 295-323.

Melotti M., Franchini M., Nigro G. (2009) - *Vendemmiatrici trainate, possibile volano in Italia per meccanizzare la raccolta dell'uva*, L'Informatore Agrario, 1, 27-32.

New Zealand Winegrowers Statistical Annual (2009).

Palese C. (2007) - *Vendemmiatrici, Un'evoluzione lunga più di trent'anni*, L'informatore agrario, 27.

Pipitone F., Peri G., Catania P., Calafatello A.R., Vallone M. (2003) - *Effetti della lunghezza dei filari sulla capacità operativa delle vendemmiatrici*, L'informatore agrario, 2, 55-59.

Pergher G., Gubiani R., Zoppello G. (1994) - *Confronto fra diversi sistemi di raccolta dell'uva: capacità di lavoro e qualità del prodotto raccolto*. Rivista di Ingegneria Agraria, 2, 97-104.

Pezzi F., Berardinelli A., Bordini F., Giunchi A., Ragni L. (2005) - *Raccolta meccanica dell'uva: uno studio sulle correlazioni tra qualità del lavoro, condizioni operative e trasmissione delle vibrazioni alla pianta*, Rivista di Ingegneria Agraria, 4, 25-34.

Pezzi F. (2006) - *Evaluation of two different systems for grape harvesting using horizontal and vertical shaking*, Agricoltura Mediterranea, 136, 181-188.

Pezzi F., Bordini F., Caprara C. (2008) - *Cantiere di raccolta e trasporto, Capitolo del testo Vendemmia*. Casa Editrice VitEn, Calosso-Asti. ISBN: 978-88-86055-18-5. 76-81.

Pezzi F., Bordini F. (2008) - *Il vigneto e la vendemmia, Capitolo del testo Vendemmia*. Casa Editrice VitEn, Calosso-Asti. ISBN: 978-88-86055-18-5, 50-53.

Pezzi F., Bordini F. (2008) - *Un sistema innovativo preserva la qualità dell'uva nel trasporto in cantina*, VigneVini, 3, 66-68.

Pezzi F., Balducci G. (2010) - *Se la vendemmia meccanica protegge resa e qualità, interazione macchina pianta nella vendemmia meccanica*, Agricoltura45, 23-27.

Pocock K.F., Hayasaka Y., Peng Z., Williams P.J., Waters E.J. (1998) - *The effect of mechanical harvesting and long-distance transport on the concentration of haze-forming proteins in grape juice*, Australian Journal of Grape and Wine Research, Volume 4, Issue 1, pages 23-29, April.

Pocock K.F., Waters E.J. (1998) - *The effect of mechanical harvesting and transport of grapes, and juice oxidation, on the protein stability of wines*, Australian Journal of Grape and Wine Research, Volume 4, Issue 3, pages 136-139, October.

Repetti O. (2006) - *Progressione lenta, ma inesorabile*, VigneVini, 6.

Repetti O. (2009) - *Ora la vendemmiatrice sceglie i grappoli*, VigneVini, 12, 45-58.

*Regione Emilia Romagna, Piano regionale ricostruzione e ristrutturazione vigneti* (Applicazione del Reg. CE, 1493/1999) - Delibera n. 186 del 30-5-2001.

Ribèreau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdieu D., (1998) *Trattato di enologia II, Chimica del vino Stabilizzazione e trattamenti*, Edagricole Bologna.

Scaramuzzi F., Di Collalto G. (1974) - *Osservazioni sugli indici “di distacco” e “di schiacciamento” in rapporto alla vendemmia meccanica*. Atti Accademia It. della Vite e del Vino, Vol. XXVI, pp. 253-260.

Shaulis N.J. (1969) - *Viticulture and mechanical harvesting of grape varieties grown in New York*, In Fruit and vegetable harvest mechanization Technological Implications Cargill and Rossmiller Ed. Michigan State University.

Shaulis N.J., Shepardson E.S., Moyer J. C. (1960) - *Grape Harvesting Researches at Cornell*. N.Y. State Hort. Soc. Proc. 105 th Mtg Jenuary.

Spezia G., Vieri M. (2008) - *Vendemmia: situazione attuale e prospettive future*, Estratto da Bacco Didattico Vol. I - Vendemmia - Edizioni Vit.En.-Calosso (AT).

Stefanelli G. (1974) - *Prime misure accelerometriche sulle accelerazioni indotte nel vigneto da macchine vendemmiatrici*. Atti Accademia Italiana della Vite e del Vino, 26.

Ubigli M. (1998) - *I profili del vino. Introduzione all'analisi sensoriale*. Casa Editrice Edagricole, Bologna, 163-200.

Uzielli L. (1980) - *Primi rilievi con cinepresa ultraveloce sulle vibrazioni indotte in un vigneto da una vendemmiatrice a scuotimento verticale*. Atti Convegno Nazionale Vendemmia Meccanica, 2, Firenze.

## **SITI CONSULTATI**

<http://www.volentieripellenc.com>

<http://agriculture.newholland.com>

<http://www.gregoireitalia.com>

<http://www.olmiagrivitis.it>

<http://www.ero-binger.it>

<http://www.imeca-sacaia.it>

<http://www.pomac.it>

<http://www.tanesini-tech.it>

<http://www.paterlini.com>

<http://www.pulcinellicosmec.com>

<http://censimentoagricoltura.istat.it/index.php?id=73>

<http://www.unacoma.it>

<http://www.unima.it>

<http://www.confcooperative.it>

<http://www.agrintesa.com>

<http://www.assoenologi.it>

<http://www.caviro.it>

<http://www.nzwine.com>



## **RINGRAZIAMENTI**

*Giunto al termine di questo lavoro desidero ringraziare ed esprimere la mia riconoscenza al Prof. Fabio Pezzi, per avermi supportato durante questi anni di dottorato. Grazie davvero.*

*Inoltre vorrei ringraziare i colleghi del Dipartimento di Economia e Ingegneria Agraria, in particolare il Prof. Caprara Claudio, tutto il personale tecnico della sede di Cadriano e le ditte Tanesini Technology, New Holland-Braud, Terpa s.n.c che hanno fornito macchine e supporto tecnico per le prove di campo.*